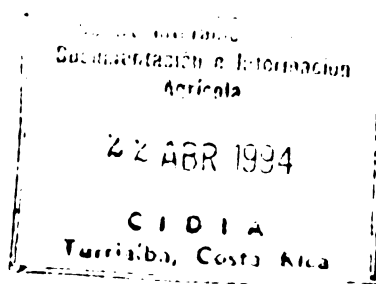




PROSEFOR



✓
Curso Regional Sobre Identificación, Selección y Manejo de Rodales Semilleros

7 - 18 Marzo, 1994

Turrialba, Costa Rica

[Trabaja por nosotros]

CATIE/DANIDA



CONTENIDO

- Presentación
Luis F. Jara N., Coordinador Curso PROSEFOR
- Comentarios generales sobre la importancia del curso.
Rodolfo Salazar, Líder Prosefor
- La Variación genética como base para el mejoramiento de árboles. ✓
Francisco Mesén, Genetista Forestal, PROSEFOR
- Certificación de semillas en Costa Rica.
Ana Lorena Guevara, Asistente Dirección General, Oficina Nacional de Semillas
- Introducción al mejoramiento genético forestal: Principios y estrategias. ✓
Francisco Mesén, Genetista Forestal, PROSEFOR
- Principios básicos para la identificación y selección de rodales semilleros.
Rodolfo Salazar, Líder PROSEFOR
- Procedimientos para la identificación y selección de rodales semilleros.
Rodolfo Salazar, Líder PROSEFOR
- Establecimiento y manejo de rodales semilleros. ✓
Francisco Mesén, Genetista Forestal, PROSEFOR
- Ventajas y desventajas del establecimiento de un registro nacional de rodales semilleros y de un sistema de control de venta de semillas y plántulas. ✓
Hans Roulund y Lars Ravensbeck, Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales, IRENA-DANIDA
- Selección de especies y procedencias forestales. ✓
Francisco Mesén, Genetista Forestal, PROSEFOR
- Selección, establecimiento y manejo de una fuente semillera de **Pinus patula** spp **tecunumanii** en Nicaragua.
Lars Ravensbeck, Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales, IRENA-DANIDA
- Factores y estímulos artificiales que afectan la producción de semillas forestales tropicales.
Enrique Trujillo, Especialista Semillas Forestales, PROSEFOR (documento anexo)

- Planificación, establecimiento y manejo de rodales y huertos semilleros de **Pinus tecunumanii** y **Eucalyptus grandis** en Colombia. ✓
Norha Isaza, Smurfit Cartón de Colombia
- Establecimiento y manejo de rodales y huertos semilleros de Pochote (**Bombacopsis quinata**) y Melina (**Gmelina arborea**) en Colombia. ✓
Hernán Urueña, Monterrey Forestal, Colombia
- Producción y rendimiento de huertos y rodales semilleros de **Pinus tecunumanii** y **Eucalyptus grandis** en Colombia. ✓
Norha Isaza, Smurfit Cartón de Colombia
- Producción, rendimientos y costos de rodales y huertos semilleros de Pochote (**Bombacopsis quinata**) y Melina (**Gmelina arborea**) en Colombia. ✓
Hernán Urueña, Monterrey Forestal, Colombia
- Algunas directrices generales para la formación de grupos de productores de semillas forestales en Centro América y República Dominicana.
Rodolfo Salazar, Líder PROSEFOR
- Introducción al sistema de registro de semillas forestales.
Enrique Trujillo, Especialista Semillas Forestales, PROSEFOR

PRESENTACION

El Proyecto Semillas Forestales - PROSEFOR del CATIE, hace entrega de esta memoria a los participantes del primer curso regional Identificación, Selección y Manejo de Rodales Semilleros, la cual contiene los resúmenes de cada una de las conferencias del curso, incluyendo los principales aspectos técnicos y de información relevante para los asistentes.

A través de este primer curso, se inicia el proceso de capacitación del personal técnico profesional y medio de los países en donde PROSEFOR desarrolla actividades, orientado a dar a conocer los principios básicos y procedimientos para la determinación de las mejores fuentes semilleras para la región de Centro América y República Dominicana.

Una vez los asistentes retornen a sus países y continuen el proceso iniciado de identificación de los principales áreas semilleras, el personal tendrá las suficientes bases teóricas y prácticas para proceder a su evaluación, selección y correspondiente manejo técnico y paralelamente iniciar la estructuración e implementación de un registro nacional de rodales semilleros. En este registro serán incluidas sólo aquellos rodales que cumplan con los mínimos de calidad, con lo cual se podrá garantizar al usuario de la semilla la procedencia del material y su calidad física.

Se ha estimado que todo el proceso anteriormente descrito tomará un año, para luego pasar a una segunda fase de reforzamiento de los bancos nacionales de semillas forestales y de capacitación de su personal, para así asegurar el adecuado procesamiento y almacenamiento de las semillas que se recolecten de los rodales seleccionados.

Se espera que este material sea de utilidad y consulta por parte del personal técnico y contribuya a resolver las incógnitas y cuellos de botella que se les pueda presentar durante el desarrollo de sus funciones para la identificación y evaluación de las fuentes semilleras.

LUIS FERNANDO JARA N.
Asistente Técnico PROSEFOR
Coordinador Curso

COMENTARIOS GENERALES SOBRE LA IMPORTANCIA DEL CURSO

Rodolfo Salazar
Líder PROSEFOR
CATIE

INTRODUCCION GENERAL

Hace aproximadamente 15 años, el cultivo de especies forestales en los países centroamericanos y del Caribe era una actividad incipiente por muchas razones, entre ellas porque todavía no se valoraba la importancia de la escasez de productos forestales en las comunidades urbanas y rurales, se desconocían las especies adecuadas así como los sistemas de producción de plántulas, establecimiento y manejo de plantaciones y porque la actividad como tal no era considerada como una alternativa viable de producción.

Fue a partir de esa fecha, cuando el CATIE inició un proceso intensivo de investigación silvicultural, principalmente a lo largo de la región del Pacífico, basado en estudios previos sobre la oferta y demanda de productos forestales y la disponibilidad de tierras para la reforestación. Este proceso se ha venido realizando de manera ininterrumpida, en colaboración con las instituciones nacionales responsables del sector forestal y en estrecha relación con finqueros privados y comunidades rurales.

El resultado de este esfuerzo realizado por CATIE con la participación de las instituciones nacionales ha sido muy positivo; hoy día, los países cuentan con más de 30 especies forestales adecuadas, para distintas condiciones de sitio y para satisfacer distintas necesidades de consumo; además, se ha venido trabajando en la identificación de material reproductivo de mejor calidad; hoy se trabaja también en forma intensiva en el desarrollo de técnicas apropiadas para el manejo y aprovechamiento de plantaciones. Este proceso ha sido adecuadamente reforzado con la capacitación de profesionales a distintos niveles y en los distintos campos de interés.

Este largo proceso de investigación ha permitido el fortalecimiento del sector forestal en los países de la región, lo que ha despertado un interés creciente por el establecimiento de plantaciones forestales. El interés es evidente tanto en pequeños y medianos propietarios como en el sector empresarial, que también está empezando a participar en la actividad. Este esfuerzo conjunto está logrando que en la región se planten anualmente más de 35000 ha de especies

forestales para distintos propósitos, cifra muy significativa que con seguridad seguirá aumentando de manera muy acelerada.

La pregunta que hoy nos hacemos los responsables de fomentar el desarrollo de esta importante actividad es: se está utilizando el germoplasma con la calidad genética adecuada para satisfacer esta demanda?

La respuesta es no. Este componente fundamental no ha recibido hasta ahora la atención debida por parte del sector forestal en los países. Es importante entender que la actividad de producción forestal es reciente y que el proceso para llegar a convertirla en una opción de producción competitiva requerirá de algunos años más.

QUE ES PROSEFOR

El CATIE, consciente del auge que está adquiriendo la actividad forestal en estos países, y de la urgente necesidad de crear conciencia en todos los sectores involucrados acerca de la importancia de utilizar semillas con calidad genética y fisiológica adecuada para lograr el desarrollo de plantaciones altamente productivas, dió inicio en 1993 al Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR). El Proyecto es financiado por Danida e implementado en seis países centroamericanos y República Dominicana.

El desconocimiento por parte de los sectores responsables de promover el cultivo de árboles acerca de la importancia de utilizar semillas genéticamente mejoradas, ya ha empezado a producir resultados negativos, al obtenerse en algunos casos plantaciones de muy mala calidad y finqueros desmotivados por los resultados alcanzados.

Los objetivos de PROSEFOR son crear conciencia en los países involucrados para que, a corto plazo, se utilice material reproductivo con mejor calidad genética y fisiológica; además, apoyará las acciones que el gobierno y el sector privado decidan para establecer áreas dedicadas a producir específicamente semillas de mejor calidad y fortalecer los bancos nacionales de semillas forestales para que a mediano y largo plazo puedan satisfacer la creciente demanda de semillas. Este proceso será fortalecido a través de la capacitación adecuada al personal nacional, quien será el responsable de transferir e implementar las técnicas apropiadas.

En cada uno de los países y con la participación de las instituciones involucradas, PROSEFOR desarrollará acciones tendientes a crear grupos de Productores de Semillas Forestales. Los miembros de estos grupos serán aquellos finqueros con plantaciones de alta calidad y que deseen

someterlas al manejo técnico para producción de semillas de calidad; ellos recibirán la asistencia técnica y la capacitación que les permita realizar las actividades necesarias. Con el apoyo de parte de los bancos de semillas en la comercialización de los productos, estos grupos podrán mantenerse activos.

En la medida de lo posible, los bancos de semillas nacionales serán fortalecidos para que den el apoyo adecuado a los productores en servicios de asistencia técnica, recolección, almacenamiento y faciliten la comercialicen las semillas haciendo uso de las normas internacionales ya establecidas.

JUSTIFICACION DEL CURSO

Como se indicó anteriormente, PROSEFOR estará dando apoyo para mejorar la producción y distribución de semillas a nivel de productor y bancos de semillas. Para lograr que estas acciones se realicen de manera efectiva y con un claro sentido de permanencia, se ha considerado como fundamental capacitar al personal profesional de los países que estará involucrado en el proceso.

El Curso Regional sobre Identificación, Selección y Manejo de Rodales Semilleros, es parte de la estrategia operativa de PROSEFOR y pretende brindar la capacitación adecuada a profesionales de cada uno de los siete países miembros, quienes deberán asumir la responsabilidad de fomentar en sus países las técnicas y actividades necesarias que permitan, en el menor tiempo posible, mejorar la calidad y cantidad de semillas forestales para satisfacer la demanda.

Los técnicos que participen en el curso, con el apoyo de la institución nacional respectiva y de PROSEFOR, son los responsables de dar el seguimiento apropiado a las actividades de capacitación, asistencia técnica a productores y promuevan en las distintas instancias, gestiones que fortalezcan la producción, distribución y utilización de semillas genéticamente mejoradas. Igualmente participarán en la implementación del registro nacional y cuando corresponda certificarán los rodales semilleros y las semillas.

Es muy importante dejar claro que sin una participación positiva y dinámica a nivel nacional de quienes reciben este entrenamiento, los logros esperados no se alcanzarán a corto plazo, lo que tendrá un impacto negativo en la actividad forestal.

DESCRIPCION DEL CURSO

Como se indicó, los rodales semilleros son considerados como una etapa preliminar en el proceso de mejoramiento

genético forestal, hasta llegar a establecer áreas productoras de semillas de alta calidad genética (estos conceptos serán discutidos con más detalle durante el curso). Esta etapa de establecimiento de rodales semilleros, aunque es sencilla, requiere del conocimiento de aspectos técnicos para asegurar que la semilla que se va a producir sea de mejor calidad genética que la que se ha utilizado tradicionalmente.

El curso pretende transmitir a los participantes los criterios técnicos que permitan identificar los posibles rodales semilleros, seleccionar los que muestren mayor potencial para producir semillas con mejor calidad genética y finalmente, revisar y poner en práctica las técnicas de manejo de las plantaciones seleccionadas para convertirlas en rodales semilleros. También serán revisados los formularios de campo utilizados en la identificación y descripción de los rodales semilleros, así como los procedimientos establecidos por la Oficina Nacional de Semillas en Costa Rica para la certificación de semillas forestales.

Es importante enfatizar que aquellos propietarios que se integren al Grupo de Productores de Semillas periódicamente serán informados sobre avances técnicos en el manejo de los rodales y sobre la oferta y demanda de semillas a nivel nacional y regional, lo que les permitirá obtener mejores beneficios económicos, los que también se verán incrementados cuando decida comercializar la madera; la cual será de mejor calidad como respuesta al manejo al que fue sometida.

El Curso será complementado con la presentación de los avances que en materia de producción de semillas de alta calidad genética de varias especies forestales exóticas, se han obtenido en Colombia y el caso específico del establecimiento y manejo de rodales naturales de *Pinus tecunumanii* en Nicaragua.

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

// LA VARIACION NATURAL COMO BASE PARA EL MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL

✓
Francisco Mesén
Genetista Forestal, PROSEFOR

INTRODUCCION

Aldabra es una pequeña isla perdida en el Océano Indico, 400 Km al norte de Madagascar. Gran variedad de aves han llegado a Aldabra desde las costas africanas y se han reproducido en grandes números, ante la abundancia de alimento y la ausencia de depredadores -felinos y otros-, que no han podido llegar hasta la isla. Una de estas aves es el rascón (*Dryolimnas spp.*), una ave pequeña, de patas largas y plumaje café. En Africa, el rascón depende de sus alas para escapar rápidamente de sus enemigos; en Aldabra, sin embargo, ante la ausencia de enemigos, los rascones no necesitan volar y tanto es así que han perdido esta capacidad por completo, siendo ahora una especie de hábitos terrestres. Este cambio fue de beneficio para esta especie, ya que el vuelo exige una gran cantidad de energía. De hecho, los rascones de Aldabra alcanzan mayores tamaños que sus parientes africanos - se han adaptado perfectamente a su nuevo ambiente (Attenborough 1984).

Al igual que el rascón, las especies animales y vegetales tienen la capacidad de cambiar para sacar el mejor provecho de ambientes o condiciones específicas donde se están desarrollando. No son formas invariables. Este hecho, tan obvio hoy en día, fue sin embargo objeto de críticas severas cuando Charles Darwin lo expuso por primera vez en 1859, en su obra "El Origen de las Especies". Hay dos puntos esenciales en el trabajo de Darwin, que revolucionaron por completo las creencias existentes en aquella época: i) **las formas vivientes no son constantes**, sino que continuamente están dando origen a formas diferentes, algunas de las cuales se adaptan mejor que otras para sobrevivir y reproducirse. A esto Darwin lo llamó 'la sobrevivencia del más apto', refiriéndose a la capacidad de un individuo de dejar descendencia. Si dos poblaciones se desarrollan aisladamente una de la otra, después de muchas generaciones pueden mostrar grandes diferencias entre sí e incluso perder la capacidad de cruzarse entre ellas, dando origen a dos especies biológicas diferentes; y ii) **sólo los cambios genéticos son heredables**; los intentos que se hacían en aquella época por producir ratas de cola corta cortándole la cola a los padres tuvieron que ser descontinuados!

Los árboles forestales no son la excepción a estas reglas de la naturaleza. Aún más, los forestales tenemos la ventaja de que la mayoría de los árboles, al contrario de muchos cultivos agrícolas y razas animales, no han sido manipulados grandemente por el hombre. Por lo tanto, existe en la naturaleza una inmensa variabilidad que se puede aprovechar. Sin embargo, puesto que hay variabilidad que no es transmitida a la descendencia, como se vio antes, es necesario entender las formas y causas de la variabilidad natural para hacer uso de la variación que sí es heredable, es decir, la variación genética. Asimismo, se debe utilizar esa variación racionalmente, para no perjudicar su uso por parte de las generaciones venideras.

CLASES Y CAUSAS DE VARIACION

A lo largo de las poblaciones de una especie, se pueden encontrar tres clases principales de variación: i) la **variación en desarrollo**, que se manifiesta debido a diferencias de edad entre los árboles; ii) la **variación ambiental**, que ocurre por diferencias de suelo, clima y factores bióticos, que no afectan por igual a todos los árboles y iii) la **variación genética**, que resulta por diferencias en los códigos genéticos que los individuos heredan de sus dos progenitores y que los diferencian de individuos de especies diferentes o de otros individuos de la misma especie. Por ejemplo, se puede diferenciar fácilmente entre un árbol de laurel y uno de pochote, así como también se puede ver que dos árboles de laurel de la misma madre, de la misma edad y creciendo en igualdad de condiciones pueden presentar diferencias marcadas en cuanto a rectitud, forma de ramificación y muchas otras características. Esta es la forma de variación que interesa al mejorador, ya que de ella depende que los cambios observados puedan ser transmitidos a la descendencia. Si no existe variación genética en la población, no se puede hacer mejoramiento genético.

Es fácil observar que existe variación entre especies, poblaciones e individuos; la parte más difícil es determinar qué proporción de la variación total es controlada genéticamente, ya que en la naturaleza las tres causas de variación ocurren simultáneamente, con frecuencia siguiendo patrones muy complicados. Al observar un rodal, nada se puede decir acerca de la magnitud de la variación genética. Lo que se ve es el efecto de las tres formas de variación actuando conjuntamente en el individuo; a esto se le llama el fenotipo del árbol. Una de las formas de que dispone el mejorador para tratar de cuantificar la variación genética es el ensayo de campo. En un ensayo bien diseñado, todos los individuos se plantan al mismo tiempo, eliminando así la variación debida al

desarrollo. Asimismo, se controla al máximo la variación debida a diferencias ambientales, lo cual permite una cuantificación más eficiente de la variación genética.

EL MECANISMO DE LA HERENCIA

Para llevar a cabo programas de mejoramiento genético es necesario comprender las causas y la naturaleza de la variación genética. Por tal motivo, es importante repasar algunos de los principios básicos sobre los mecanismos de transmisión de características de padres a hijos.

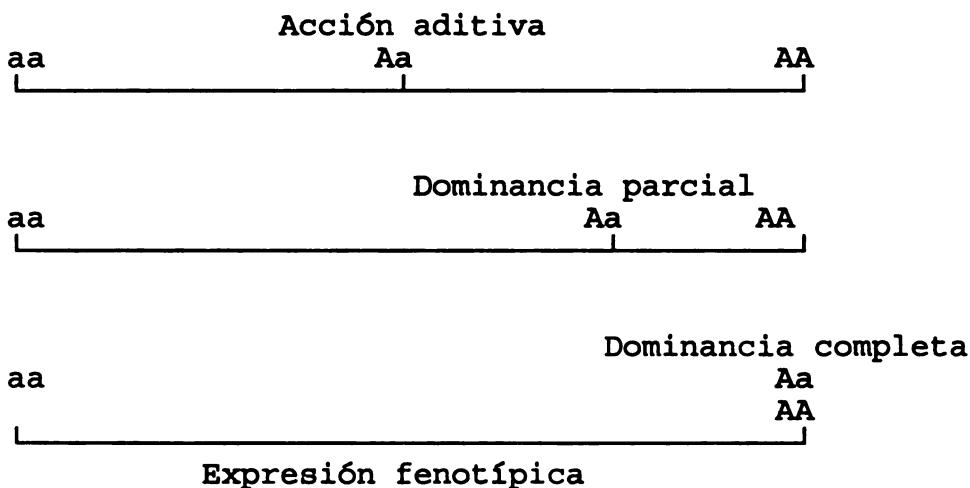
Todas las células vivas de un organismo están compuestas básicamente por una pared celular, un fluido llamado citoplasma y un núcleo rodeado por el citoplasma. El núcleo es de particular interés porque en él se encuentran los cromosomas, los cuales contienen la mayor parte de la información genética que se transmitirá de generación en generación. Cada célula posee dos juegos de cromosomas homólogos, cada juego proveniente de uno de los padres. El número de cromosomas es generalmente constante en todas las células del individuo y en todos los individuos de una especie. Químicamente los cromosomas están compuestos por ácido desoxiribonucleico (ADN) y una cubierta proteica. Los genes, que son las unidades básicas de la herencia, son secuencias de bases orgánicas que se ubican linealmente a lo largo de la molécula de ADN. Una de las características únicas del ADN es su capacidad de replicarse por sí mismo. De esta manera, las células pueden dividirse y producir crecimiento en los individuos, manteniendo siempre el mismo juego de genes y cromosomas. Este proceso de división celular se conoce como mitosis.

Cuando los árboles llegan al periodo de floración, ocurre un proceso de división celular llamado meiosis. Este es un proceso reductivo porque el número de cromosomas de los gametos resultantes (óvulos o granos de polen) es exactamente la mitad del de las células vegetativas. El proceso de meiosis inicia con la replicación del ADN y el apareamiento de cromosomas homólogos. Este es un proceso clave para producir variabilidad, porque los cromosomas homólogos, uno de cada padre, se rompen e intercambian segmentos equivalentes. Una vez que ocurre este proceso de recombinación, los cromosomas homólogos emigran a polos opuestos de la célula de manera aleatoria y se forman dos células hijas, cada una con una mezcla de genes maternos y paternos. Posteriormente los cromosomas se dividen nuevamente y generan cuatro células gaméticas, cada una con la mitad del número cromosómico original. Cuando los gametos se unen durante la fertilización,

se genera un cigoto que contendrá el mismo número de cromosomas que sus padres, pero una combinación de genes completamente nueva.

Los genes son las unidades básicas de la herencia. Cada gene puede estar representado en la población por una o más formas alternativas, llamadas alelos. Gregorio Mendel (1809-1884) fue quien por primera vez definió los mecanismos básicos de la herencia. En sus trabajos con guisantes, la textura de los guisantes estaba controlada por un gene con dos alelos. Un alelo (A) producía semillas de textura lisa y el otro (a) producía semillas de textura rugosa. El alelo 'A' era dominante sobre 'a', de manera que la combinación 'AA' o 'Aa' producía semillas de textura lisa, y sólo la combinación 'aa' producía semillas de textura rugosa. Este es un tipo de herencia conocida como 'acción genética dominante', es decir, un alelo (en este caso, 'A'), enmascara por completo la expresión del otro ('a'). En muchos casos, sin embargo, la combinación 'Aa' produce una condición intermedia a ambos padres, lo cual se conoce como 'acción genética aditiva'. También es posible que una característica esté más influenciada por un alelo que por el otro, en cuyo caso la acción genética se conoce como 'dominancia parcial'.

El siguiente diagrama ilustra los varios tipos de acción genética:



Cuando una característica está controlada por un solo gene, la descendencia puede ser ubicada fácilmente dentro de grupos perfectamente definidos, como ocurría con los guisantes de Mendel. En estos casos se dice que la característica muestra una variación discontinua. La mayoría de las características de importancia económica en árboles, sin embargo, están influenciadas por una gran cantidad de genes

diferentes, ubicados en diferentes secciones de los cromosomas y que, además, interactúan entre sí. Por ejemplo, el crecimiento en volumen de un árbol está afectado por una gran cantidad de genes que influyen el tipo de sistema radical del árbol, el tamaño y arquitectura de la copa, la capacidad fotosintética, la capacidad de absorción de agua y nutrientes, etc., etc. Esto hace que al evaluar alguna de estas características en los árboles, no se obtengan grupos claramente definidos, sino toda una gama de variación, desde árboles suprimidos hasta árboles dominantes, conocida como variación continua. Las características de este tipo son las que interesan al mejorador. En la práctica, lo que se hace es seleccionar aquella proporción de la población que reúna los individuos más sobresalientes, y utilizarlos como progenitores de las generaciones siguientes.

También es importante tener en cuenta que la variación genética de tipo aditivo es de mayor utilidad en programas de mejoramiento que utilizan métodos sexuales¹, ya que esta estará representada en la descendencia. El mejorador no puede controlar los otros tipos de variación, porque esta ocurre debido a combinaciones genéticas específicas que pueden romperse aleatoriamente durante el proceso de meiosis. Por lo tanto, es importante concentrar los esfuerzos de mejoramiento en aquellas características que se sabe están bajo un mayor control genético aditivo, tales como la forma del fuste, la tendencia a la bifurcación y los hábitos de ramificación. Las características cuantitativas, como volumen, generalmente están bajo menor control genético aditivo, por lo cual la selección para estas características no es tan efectiva.

LAS FUERZAS EVOLUTIVAS

La gran variabilidad que se observa en rodales naturales es el resultado de las fuerzas evolutivas. Existen cuatro fuerzas diferentes que causan variabilidad: mutación, migración, deriva genética y selección natural. Las dos primeras tienden a aumentar la variabilidad dentro de poblaciones, mientras que las dos últimas tienden a reducirla.

Las mutaciones

Las mutaciones son la fuerza creativa básica del proceso evolutivo. Son cambios heredables en la constitución genética de un organismo y ocurren al azar y en bajas proporciones. La

1/ A través de técnicas clonales es posible aprovechar tanto la variación aditiva como las otras formas de variación genética.

mayoría de las mutaciones son perjudiciales para el organismo y son eliminadas rápidamente de la población a través de selección natural. Sin embargo, algunas pueden ser beneficiosas y darle al organismo una ventaja comparativa. De hecho, las mutaciones son la fuente original de toda la variación genética; a lo largo de millones de años y miles de generaciones, las mutaciones han creado toda la variación natural que se observa hoy en día. Una mutación de tipo recesivo puede pasar inadvertida y mantenerse en la población a lo largo de las generaciones, pero puede volverse importante ante cambios ambientales o de otra índole. Por ejemplo, algunos árboles pueden tener resistencia natural a un insecto, pero esta ventaja no será aparente si el insecto no está presente en el sitio. Si se presenta un ataque, la mutación anteriormente inútil puede volverse de gran valor adaptativo para los individuos que la posean.

La migración

La migración es otra de las acciones que tiende a aumentar la variabilidad de las poblaciones. Es el flujo de alelos de una población a otra de la misma especie, en la cual pueden estar ausentes o presentes en proporciones diferentes. La migración puede ocurrir por varias causas, pero las más comunes son el movimiento de polen, semillas o plantas de un sitio a otro. Como se explicó anteriormente, dos poblaciones que crecen separadamente tienden a diferenciarse, mediante el efecto selectivo del ambiente sobre ciertos genotipos en cada sitio. Sin embargo, el flujo de genes entre dos poblaciones separadas tiende a mantener la misma frecuencia de genes en ambas poblaciones y por lo tanto, su efecto es opuesto al de la selección natural.

En ocasiones, el flujo de genes ocurre entre especies diferentes mediante hibridización. Cuando se produce un híbrido, puede que este no esté tan adaptado para competir con la especie original, pero algunas veces encuentra un nicho apropiado y puede permanecer en la población, intercambiando sus genes con la especie predominante. Este tipo de migración es conocida como 'introgresión' y es también una de las acciones que tienden a crear variabilidad en las poblaciones.

La deriva genética

La deriva genética es un mecanismo complejo que opera mediante fluctuaciones aleatorias en las frecuencias alélicas de una población, por causas diferentes a la presión de selección. Las frecuencias de alelos en una población en

equilibrio normalmente serían similares de generación en generación. Sin embargo, cuando ocurre deriva genética, sólo cierta proporción de la población pasa sus alelos a la descendencia, creando 'desorden' en la población. El efecto de la deriva genética puede ser insignificante en poblaciones grandes, pero su importancia aumenta en poblaciones que han reducido dramáticamente de tamaño, por ejemplo, por catástrofes naturales o por la deforestación excesiva. Es posible que este fenómeno esté operando en muchas poblaciones en la región, donde la deforestación masiva ha reducido dramáticamente el tamaño de muchas poblaciones.

La selección natural

La selección natural es una de las fuerzas que tienden a reducir la variabilidad dentro de poblaciones y a aumentar la variabilidad entre poblaciones. Es un proceso que favorece a los individuos más aptos para sobrevivir y reproducirse en un ambiente particular. A este fenómeno Darwin lo llamó 'la sobrevivencia del más apto'. Sin embargo, es necesario entender que esta 'aptitud' se refiere básicamente a la habilidad del individuo de transmitir sus genes a la siguiente generación. No basta con producir grandes cantidades de semillas, si muy pocas de ellas serán capaces de establecerse y llegar a la fase adulta. La aptitud, por lo tanto, es una combinación de prolificidad del individuo y adaptabilidad de la descendencia. La selección natural actúa mayormente favoreciendo características que tienen algún valor adaptativo, y generalmente guarda poca realación con la apariencia del individuo.

Es difícil evaluar los efectos de la selección natural porque hay muchos factores que afectan la habilidad de un individuo para crecer y reproducirse. Cada característica tiene su propio valor selectivo, y las adaptaciones creadas por un factor pueden afectar otros factores tanto positiva como negativamente. En general, se dice que la selección natural favorece la formación de poblaciones altamente adaptadas a su ambiente, y en este sentido, tienden a estimular la diferenciación entre poblaciones diferentes.

La selección artificial

Además de estas fuerzas naturales, el ser humano contribuye a modificar los patrones de variación que se encuentran en la naturaleza. En realidad, la ciencia del mejoramiento genético se basa en producir cambios en las poblaciones mediante un proceso de selección. En este sentido,

el mejoramiento genético tiende a imitar y a acelerar el proceso de selección natural, pero con énfasis en ciertas características de importancia económica, que normalmente no son afectadas por la selección natural. Por ejemplo, no hay ninguna razón para que la naturaleza seleccione árboles de fuste recto (excepto si esto estuviera asociada a otra característica de valor adaptativo), pero es una de las características de mayor interés desde el punto de vista económico. Afortunadamente, existe suficiente variación en la naturaleza para estas características, que le permiten al mejorador seleccionar individuos superiores al promedio tanto en adaptabilidad como en otros rasgos de importancia puramente comercial.

Así como el ser humano puede dirigir la selección en un sentido, también puede producir selección negativa, o más comúnmente conocida como selección disgénica. Por ejemplo, si se talan los mejores individuos de una población y se dejan los peores como progenitores de la siguiente generación, se están modificando las frecuencias alélicas y por lo tanto se produce un retroceso en el proceso de selección. Este aspecto es de gran importancia práctica y desafortunadamente, muy común en programas de recolección de semilla. Los procesos de deforestación masiva han creado poblaciones disgénicas en muchas especies, y si este aspecto es descuidado, se estará incurriendo en un proceso de selección negativa.

Es necesario también tener en cuenta que el mejoramiento genético implica necesariamente una reducción de la base genética de las poblaciones. El punto clave en mejoramiento genético es conducir este proceso de tal manera que produzca ganancias efectivas en las generaciones siguientes; pero que permita continuar con el proceso de mejoramiento en forma sostenible. Se debe mantener una base genética amplia a la cual se pueda recurrir en cualquier momento para introducir nueva variación en la población de mejoramiento, ante cambios en los requerimientos del mercado, en las condiciones ambientales o ante efectos patológicos imprevistos.

LITERATURA CONSULTADA

- Attenborough, D. (1984). *The Living Planet*. William Collins Sons & Co. Ltd., London. 320 p.
- Cornelius, J.P. (1991). La variación genética. *In* Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central (Cornelius, J.P.; Mesén, J.F.; Corea, E., Eds.). Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE, Turrialba. pp. 11-23.

Willan, R.L.; Olesen, K.; Barner, H. (1989). Natural variation as a basis for tree improvement. Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark. Lecture Note No. A-3. 13 p.

Zobel, B.; Talbert, J. (1984). Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, New York. 505 p.

// CERTIFICACION DE SEMILLAS EN COSTA RICA

✓
Ana L. Guevara F.
Coord. Programa Certificación
Especies Forestales
Oficina Nacional de Semillas

La Oficina Nacional de Semillas (ONS) es un ente adscrito al Ministerio de Agricultura y Ganadería, que fue creada mediante la Ley de Semillas N° 6289 en el año 1978.

Tiene a su cargo la promoción y protección, el mejoramiento, control y el uso de semillas de calidad superior, con el objeto de fomentar su uso, para lo que establece las normas y mecanismos de control necesarios para su circulación y comercio. La Oficina cuenta con independencia en su funcionamiento operativo y en su administración con personería jurídica propia.

El ámbito de aplicación de la Ley de Semillas comprende básicamente, las semillas de aquellas especies de utilidad para el hombre.

Las funciones generales de la ONS son:

- a) Planificar y fomentar la producción nacional de semillas, en función de las necesidades del país.
- b) Llevar un registro de variedades comerciales, con recomendaciones o restricciones en su uso, así como un registro de variedades protegidas.
- c) Establecer las normas y controles para la producción de los derechos del obtentor de nuevas variedades.
- d) Establecer las normas de calidad para semillas que se importen.
- e) Fijar las normas técnicas, a las que deberán ajustarse la producción y comercio de semillas nacionales.
- f) Establecer las normas que fijarán el valor de los servicios.
- g) Llevar el control de todos los análisis oficiales de la calidad de las semillas.

- h) Coordinar la labor de los centros del sector semillerista, relacionados con producción, procesamiento, almacenamiento, distribución y comercialización de semillas en el país.
- i) Fijar las condiciones que deberán cumplirse para obtener los títulos de productor de semillas, así como sus diferentes categorías, derechos y obligaciones.
- j) Regular el comercio entre productores, procesadores y comerciantes en general, para garantizar la calidad de las semillas. A este efecto se establece un registro que autoriza a quien se inscriba para comerciar con semillas.

ORGANIZACION ADMINISTRATIVA

La Oficina Nacional de Semillas cuenta con una Junta Directiva compuesta por cinco miembros: un representante del Ministerio de Agricultura y Ganadería, un representante del Consejo Nacional de Producción, un representante del Laboratorio Oficial, un representante de la Oficina de Planificación Nacional y un representante de los productores de semilla.

La administración de la Oficina está a cargo del Director Ejecutivo, quien entre otras funciones, propone a la Junta Directiva las políticas a seguir por la Institución.

Además, la Oficina cuenta con un Departamento Administrativo Financiero, que se encarga de los aspectos contables, Recursos Humanos, etc. y principalmente de dar apoyo logístico (Administrativo-Financiero) a los programas de certificación que se ejecutan. El control de muestreos, la confección, control y entrega de análisis y etiquetas está también a cargo de este Departamento.

La labor técnica, es realizada por el Departamento Técnico, que tiene a su cargo la ejecución de los diferentes Programas de Certificación de Semilla, que como se explicará más adelante, abarca desde la inscripción de los productores y áreas de multiplicación, hasta el control de plantas procesadoras y de empresas comercializadoras.

Para su adecuada gestión, cada Programa cuenta con un Comité Calificador de Variedades que es un grupo especializado en determinado cultivo objeto de certificación, que funge como órgano consultivo de la ONS, en aspectos relativos a la

reglamentación técnica para la producción de semilla, inclusión o exclusión de materiales, en el Registro de Variedades de la ONS y sobre diversos aspectos técnicos relativos a la producción de semilla del respectivo cultivo.

El Organigrama de la Institución se presenta en la figura 1.

Actualmente la ONS tiene en ejecución Programas de Certificación de Semillas para los siguientes cultivos: arroz, frijol, maíz, café, palma aceitera, coco, papa, especies forrajeras, algodón, cítricos, hortalizas, forestales, raíces y tubérculos.

CERTIFICACION DE SEMILLAS

La certificación es un proceso integral que garantiza la calidad de la semilla mediante el control de la producción. Para lograrlo, la Oficina ha establecido una serie de mecanismos y procedimientos que abarcan desde la inscripción de los campos de multiplicación hasta la venta.

Para cada cultivo o especie se elabora un reglamento técnico, donde se establecen las normas de campo, de laboratorio y de recibo de semilla. Se tipifican además las variedades o especies autorizadas, las categorías de semilla y los requisitos generales para la multiplicación de la simiente.

Los inspectores oficiales, profesionales en ciencias agronómicas, son los responsables de dar el seguimiento para el cumplimiento de dicha normativa.

El proceso de certificación incluye varias etapas:

1.- Inscripción del Area de Multiplicación

Con base en esta solicitud se procede a realizar la primera inspección, donde se verifica si el campo cumple con los requisitos mínimos para la multiplicación de semilla de la especie que se trate.

La Ley de Semillas garantiza el derecho de toda persona natural o jurídica de derecho público o privado, para dedicarse a la producción de semilla. De ahí que si el área es aceptada se formaliza la inscripción y el solicitante queda inscrito en el Registro de Productores de Semilla.

2.- Inspección Oficial

En el Reglamento Técnico de cada especie se establece el número mínimo de visitas, así como la época o fases del cultivo en que deben realizarse. Cada técnico es responsable de hacer tantas visitas como estime necesario.

En cada visita se verifica el cumplimiento de las normas de campo y de dar las recomendaciones necesarias, en caso de que no se estén cumpliendo.

En cada inspección se elabora un acta oficial donde se estipulan las condiciones generales del campo y otras indicaciones relativas a la aplicación de medidas correctivas o preventivas para el mantenimiento de la calidad de la semilla, tales como eliminación de plantas fuera de tipo (entresacamiento), aplicación de plaguicidas, eliminación de malezas, etc.

En la visita previa a la cosecha, el inspector realiza un estimado de producción, con base en el cual el inspector de planta verifica que el volumen de semilla autorizado en campo, coincida con la cantidad de semilla que ingresa a la planta de acondicionamiento. Esto se logra, mediante visitas frecuentes durante el recibo. Para cada entrada, la empresa llena una boleta de recibo, donde se indica además del peso la calidad con que ingresa la semilla a la planta. Esta información es utilizada por un lado, para autorizar su ingreso, según las normas establecidas para el recibo y por otro, para la cancelación del valor de la semilla por parte de la empresa al productor.

3.- Etiquetado

Con base en las entradas totales de semilla se hace una proyección de la semilla acondicionada, dato que sirve de referencia para la entrega de etiquetas.

La etiqueta identifica la semilla contenida en el envase y brinda información referente a la calidad mínima que debe cumplir.

4.- Muestreo

La muestra oficial debe ser representativa del lote de semilla, que ha sido conformado según las especificaciones establecidas en las Reglas del ISTA. Se toma una muestra oficial de cada lote y se levanta el acta correspondiente.

La muestra debidamente identificada (boleta de muestreo) es enviada luego al laboratorio Oficial.

5.- Análisis de calidad

El análisis de calidad física se realiza en el CIGRAS, laboratorio que por ley es el responsable de los análisis oficiales. Estos se realizan con base en las normas internacionales de la Asociación Internacional para Pruebas de Semillas (ISTA) y los no comprendidas en ésta por las reglas de la Asociación Oficial de Analistas de Semillas (O.A.S.A.).

El laboratorio emite únicamente los resultados del análisis, los cuales son remitidos a la Oficina para su aprobación o rechazo, según las normas de calidad establecidas.

6. Comercialización de la Semilla

La autorización para la venta de semilla, es emitida a las empresas interesadas una vez aprobado y retirado el análisis oficial.

El control de las ventas de semilla se lleva a través de facturas oficiales, que la Oficina de Semillas pone a disposición de las empresas autorizadas y debidamente registradas en la Oficina para la comercialización de este insumo. Para cada empresa y distribuidora se tiene un registro de las ventas mediante el cual se realiza un control entre lo producido, lo vendido y la cantidad de semilla disponible.

El registro de ventas incluye además, información importante sobre la fecha de muestreo, el resultado del análisis y la fecha de vencimiento del mismo.

El control de la comercialización abarca también la semilla importada y la que se exporta.

Toda persona o empresa que se dedique al comercio de semilla deberá estar inscrita ante la Oficina, previa presentación de los requisitos establecidos para este fin.

La Oficina Nacional de Semillas es quien otorga los permisos de importación o exportación pudiendo denegarlos, según la conveniencia nacional. La semilla de exportación

debe cumplir con todos los requisitos que cumplen las semillas que se comercializan en el país.

PROGRAMA DE CERTIFICACION DE SEMILLAS FORESTALES

Este Programa surgió como una iniciativa del Banco de Semillas Forestales del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, ante una instancia que hiciera a la Oficina certificadora de Costa Rica, para dar solución a la problemática existente del uso de semilla de mala calidad y la poca disponibilidad de este insumo, frente a un incremento acelerado en la tasa de reforestación nacional.

Es así como, a principios del año 1993 se arranca con la elaboración del Reglamento Técnico para la Certificación de Semillas y Plántulas de Vivero de Especies Forestales y con la definición de una estrategia para la ejecución del Programa a corto, mediano y largo plazo.

Dada la poca experiencia existente en este campo, se decidió en principio desarrollar el Programa en un área piloto, en este caso la Región de Hojancha en la Provincia de Guanacaste, a través del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH).

En esta zona, se concentra la mayor parte de los viveros comerciales del país y se ha logrado alcanzar un nivel de desarrollo organizacional mayor que en otras regiones del país. Asimismo, la experiencia generada por el CACH, en cuanto a la producción y comercialización de semillas y plántulas de especies forestales, se ha considerado clave para alcanzar la experiencia requerida, que permitirá extender el Programa al resto del territorio nacional. En este caso el CACH actuará como empresa contratante, productora, procesadora y comercializadora de semilla certificada.

Se iniciará con la certificación de semilla de tres especies de importancia comercial: Tectona grandis (Teca), Gmelina arborea (Melina) y Bombacopsis quinata (Pochote).

La certificación de plántulas de vivero, dará inicio a partir de la siembra de la primer semilla certificada que se obtenga en 1994.

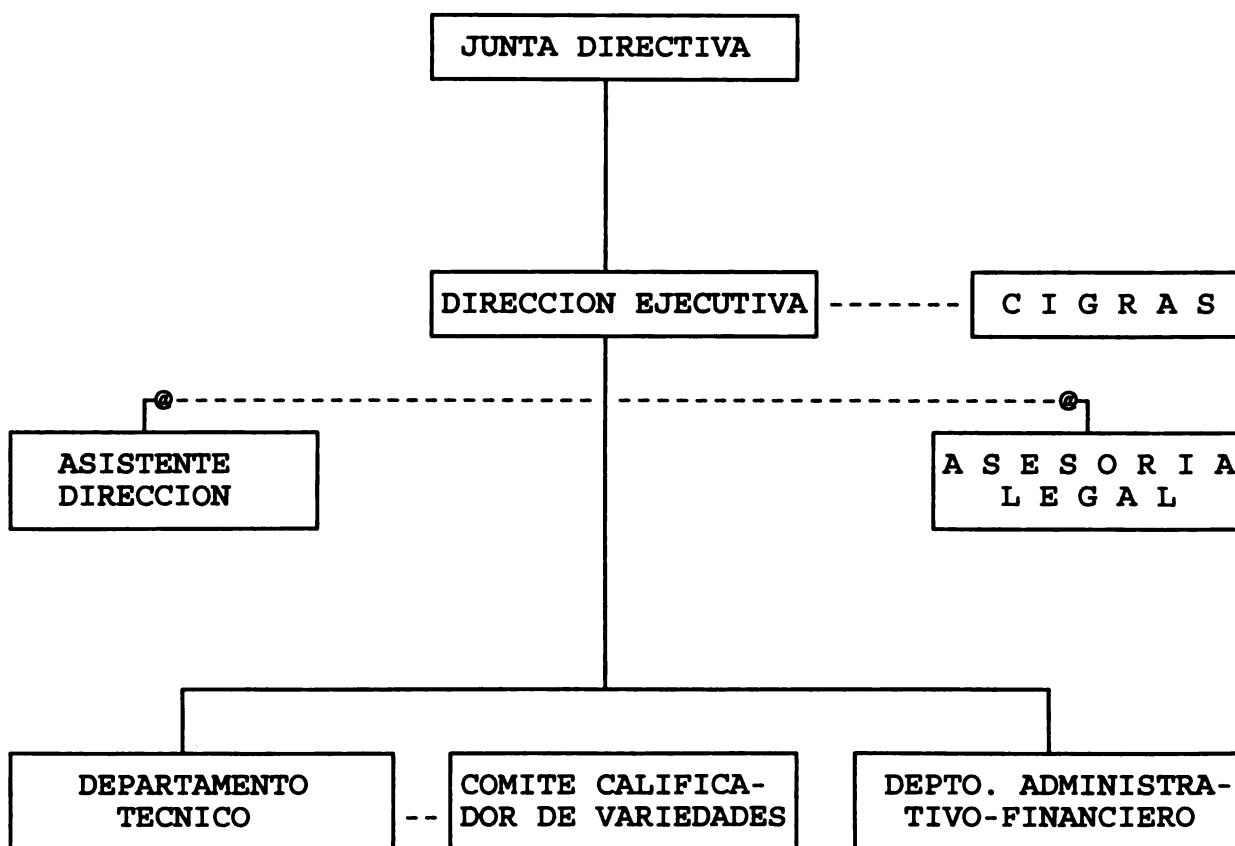
Como parte de las acciones realizadas para la ejecución del Programa, cabe señalar el convenio firmado entre la Oficina Nacional de Semillas y el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, mediante el cual el Ministerio se compromete a

establecer un Programa de Investigación en Tecnología de Semillas y Mejoramiento Genético Forestal, esencial para el desarrollo del Programa de Certificación; a brindar el apoyo técnico y logístico necesario tanto a nivel central como regional y a condicionar el otorgamiento de los incentivos para la reforestación al uso de semilla y plantas certificadas, en la medida que se incremента su disponibilidad.

Por otro lado se firmó una carta de entendimiento con el Proyecto de Semillas Forestales del CATIE (PROSEFOR), mediante la cual la Oficina recibirá el apoyo técnico necesario para la selección de fuentes semilleras objeto de certificación, la capacitación del personal profesional a cargo del Programa y la promoción para la conformación de grupos de productores, a los cuales PROSEFOR les brindará capacitación y asistencia técnica.

Como se ve, el Programa de Certificación de Semillas y Plántulas de Especies Forestales se ejecutará mediante una labor coordinada entre la ONS, MIRENEM y PROSEFOR.

**Fig. 1. ORGANIGRAMA
OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS**



APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

// INTRODUCCION AL MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL

Francisco Mesén
Genetista Forestal, PROSEFOR

INTRODUCCION

Durante muchos años, agricultores y criadores de animales han utilizado los principios del mejoramiento genético para mejorar las descendencias, seleccionando sus mejores animales o plantas como pie de cría para producir la siguiente generación. A ningún ganadero se le ocurriría seleccionar el toro más débil, deforme y enfermizo de su hato para utilizarlo como padrote en su finca. Extrañamente, a mucha gente no le preocupa seleccionar los árboles más débiles, deformes y enfermizos para recolección de semilla y establecimiento de plantaciones.

El mejoramiento genético forestal pretende identificar la magnitud, clases y causas de la variabilidad dentro de las especies, seleccionar aquellas poblaciones e individuos dentro de la especie con características sobresalientes, agruparlos para que se crucen entre sí y produzcan semilla que genere árboles con características sobresalientes, al igual que los padres que les dieron origen. Al mismo tiempo, es necesario mantener una reserva de material en su estado natural, a la cual se pueda recurrir en caso de que se necesite introducir nueva variación en la población de mejoramiento. Esto se conoce como conservación de los recursos genéticos forestales.

Es común que los forestales piensen en mejoramiento genético como una ciencia compleja y sofisticada. En la práctica, sin embargo, todo lo que implica es entender las formas y las causas de variación natural entre individuos, y hacer uso de esa variación para aumentar la productividad de las plantaciones. Por otro lado, también se debe entender que el mejoramiento genético no es la solución a todos los problemas; poco se puede lograr en mejoramiento genético si este no va acompañado de prácticas silviculturales adecuadas. Se debe recordar que el rendimiento de un árbol es el resultado de la interacción de su genotipo con el ambiente en el cual se ha desarrollado; nunca se podrá lograr máxima productividad si uno de estos dos componentes es inadecuado.

En general, el mejoramiento genético tiene como objetivos maximizar ciertas características como i) la adaptabilidad de

una especie al sitio potencial de plantación, ii) la tasa de crecimiento, iii) la resistencia a enfermedades y iv) la calidad del producto final.

DEFINICIONES

Es importante definir ciertos términos comunes en mejoramiento genético, que se usarán con frecuencia a lo largo del documento.

Heredabilidad (h^2): es un valor que expresa el grado en el cual los padres transmiten sus características a sus descendientes, y es primordial para estimar la ganancia genética obtenida en programas de selección. La heredabilidad no es un valor fijo, sino que es específico para cada población en particular creciendo en cierto lugar, a cierta edad y para cierta característica.

Diferencial de selección (S): cuando se realizan selecciones en alguna población determinada, S es la diferencia entre la media de la población completa y la media de la subpoblación seleccionada.

Ganancia genética (G): es un valor de la superioridad en cierta característica obtenida mediante selección, y es el producto de la heredabilidad por el diferencial de selección ($G = h^2S$). Se puede observar que G aumenta conforme aumenten h^2 y S .

ESTRATEGIAS DE MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL

Una estrategia de mejoramiento genético forestal es un conjunto de acciones dirigidas a abastecer germoplasma en cantidad y calidad suficiente al menor costo y en el menor tiempo posible, a la vez que asegura la posibilidad de mejoramiento continuado en el largo plazo. Esto requiere la existencia de tres elementos:

- i) **Conservación de los recursos genéticos,** también llamados población base: proporciona el material para implementar los demás componentes y sirve de reserva para realizar nuevas introducciones al programa en el futuro.
- ii) **Mejoramiento e investigación:** donde se realizan todas las acciones de evaluación, recombinación, mejoramiento y selección de materiales superiores, así como el desarrollo de tecnologías que permitan la ejecución del programa.

iii) **Producción:** donde se agrupan los mejores individuos de la población de mejoramiento en áreas especiales que aseguren el abastecimiento de germoplasma en cantidad y calidad suficiente para los programas de plantación.

Las estrategias de mejoramiento pueden ser realizadas con menor o mayor intensidad, dependiendo básicamente de la importancia de la especie, sus características silviculturales, biológicas y genéticas, y la disponibilidad de recursos. Normalmente, la decisión inicial crítica es la selección de las especies y procedencias adecuadas para los sitios potenciales de reforestación, que cumplan con los requerimientos de producción deseados y que no presenten problemas biológicos o genéticos que impidan el desarrollo del programa de mejoramiento a largo plazo.

La estrategia más simple es aquella que pretende proporcionar semilla de origen reconocido para reforestación, sin entrar en otras actividades de mejoramiento genético. Esto puede realizarse mediante la selección de ciertos árboles de buena calidad fenotípica en plantaciones y recolección de su semilla. La ganancia genética en este caso es baja porque tanto el diferencial de selección como la heredabilidad, son bajas. Además, la selección se basa únicamente en el árbol madre, ya que los progenitores masculinos son desconocidos.

Una opción para aumentar la ganancia genética es aumentar el diferencial de selección, lo cual se logra eliminando de la población ciertos individuos indeseables. Esto da origen a los rodales semilleros, y es un inicio importante en programas de mejoramiento.

Para especies introducidas, es importante el establecimiento de ensayos de procedencias antes de iniciar programas de selección y mejoramiento. Una vez definidas las mejores procedencias, hay varias alternativas a seguir. Si hay acceso a la zona original de procedencia, se puede iniciar la recolección de semilla directamente para su uso en plantaciones comerciales. La mayoría de los programas, sin embargo, han optado por el establecimiento de plantaciones semilleras para desarrollar fuentes locales de semilla. Estas tienen la ventaja de que pueden dar origen a razas locales, adaptadas a los nuevos sitios de reforestación.

Aun dentro de las mejores procedencias existe una gran variabilidad entre los árboles, que puede explotarse mediante selecciones individuales. Estas son estrategias más complejas que involucran la selección de árboles individuales que muestren características sobresalientes, para su inclusión en

huertos semilleros. Para iniciar este proceso, debe existir una base genética suficientemente amplia en la región, que permita una alta intensidad de selección. El proceso pretende seleccionar varias decenas de estos árboles superiores y agruparlos físicamente para permitir que se crucen entre sí y produzcan semilla de calidad genética superior. Si la selección se hace en plantaciones homogéneas, esto conlleva en un aumento efectivo en la heredabilidad (debido a la reducción de la varianza ambiental), lo cual, unido a un alto diferencial de selección, resulta en ganancias genéticas muy importantes. Además, la calidad de la semilla aumenta, ya que en este caso, ambos padres han sido seleccionados. Hay varias opciones disponibles para el establecimiento de huertos semilleros, las cuales se discuten más adelante.

A partir de los árboles seleccionados también existe la opción de iniciar programas de silvicultura clonal, mediante los cuales se puede lograr la mayor ganancia genética, ya que los propágulos producidos para las plantaciones son reproducciones exactas de los árboles seleccionados.

Como se ve, existe una serie de alternativas abiertas a los forestales, para mejorar la calidad del germoplasma utilizado en plantaciones. Depende mucho del sentido común, de la especie involucrada y de la naturaleza y objetivos de la reforestación decidir las mejores opciones a seguir. Los diferentes componentes de las estrategias se describen a continuación.

SELECCION DE ESPECIES

La selección de las especies adecuadas, de acuerdo a los sitios potenciales y a los objetivos de la reforestación, es una etapa básica antes de iniciar programas de mejoramiento a largo plazo. No tiene sentido invertir tiempo y recursos en el mejoramiento de una especie, para descubrir años después que otras introducciones no mejoradas producen rendimientos iguales o incluso mayores. El proceso de selección de especies puede apoyarse en información existente o en experiencias previas.

Es importante tener en cuenta que no se puede juzgar una especie por el comportamiento de sólo una de sus procedencias; por lo tanto, si ya existen los recursos y la disponibilidad para realizar una prueba de especies, es conveniente incluir varias procedencias representativas. Desgraciadamente son muchos los ejemplos donde se han desechado especies que pudieron haber traído grandes beneficios a un país, por haber tomado una decisión errónea basada en una única introducción inapropiada.

SELECCION DE PROCEDENCIAS

A lo largo del rango de distribución natural de una especie, las condiciones ecológicas específicas prevalecientes en diferentes regiones provocan cambios en la constitución genética de dichas poblaciones. Los individuos que no se adaptan al ambiente específico donde están creciendo mueren, mientras que aquellos que logran adaptarse transmiten sus genes a la siguiente generación. A lo largo de muchas generaciones se desarrollan razas geográficas o procedencias, es decir poblaciones altamente adaptadas a su ambiente, que pueden ser muy diferentes a otras procedencias de la misma especie. Cuando se recolecta semilla de varias razas geográficas dentro del rango de distribución de la especie y se establecen en un sitio común, es de esperar que los individuos respondan en forma muy diferente en cuanto a su crecimiento y comportamiento, como generalmente ocurre.

Al igual que con la selección de especies, no tiene sentido iniciar un programa de mejoramiento hasta no estar seguro de que se está trabajando con la mejores procedencias disponibles. Una vez determinadas las mejores procedencias, se debe obtener semilla para la creación de una población base. Si se tiene acceso directo a la región de procedencia, se puede iniciar el desarrollo de rodales semilleros para producción inmediata de semilla comercial, coleccionar semilla para el establecimiento de plantaciones semilleras o realizar selecciones a nivel de árbol individual para el establecimiento de ensayos de progenies, huertos semilleros o programas de silvicultura clonal.

RODALES SEMILLEROS

Cuando se han identificado las mejores especies y procedencias, los mejores rodales existentes, ya sea naturales o plantados, pueden ser mejorados mediante la remoción de individuos inferiores y manejados adecuadamente para convertirlos en rodales semilleros. Los rodales semilleros son una medida económica y rápida para asegurarse el abastecimiento de semilla de origen reconocido, que proporciona ganancias genéticas modestas pero superiores a las que se obtienen de semilla de plantaciones inferiores y/o no manejadas. Los rodales semilleros pueden ser desarrollados a partir de rodales naturales, pero los mejores rodales se establecen a partir de plantaciones, donde los árboles han sido plantados al mismo tiempo y manejados bajo condiciones similares.

Muchos programas de mejoramiento genético han tomado la sabia decisión de establecer rodales identificados por

procedencia, al mismo tiempo que establecen los ensayos de procedencias. De esta manera, tan pronto los ensayos produzcan información confiable, los rodales de las mejores procedencias pueden ser manejados y utilizados inmediatamente para la producción de semilla. Los demás simplemente se cosechan para aprovechar el producto y además pueden proporcionar uno o más árboles sobresalientes, que aparecen ocasionalmente aún en estas procedencias inferiores, y que contribuirán a aumentar la variabilidad genética de las poblaciones de mejoramiento.

PLANTACIONES SEMILLERAS

Este tipo de plantaciones se establecen con procedencias que han demostrado su superioridad en ensayos de campo. Su objetivo principal es la producción de semilla, de manera que su ubicación, establecimiento y manejo están enfocados desde el inicio a lograr este objetivo.

Existe otra variante conocida como plantaciones piloto. Estas son plantaciones generalmente de mayor extensión, que se utilizan para validar el material seleccionado bajo condiciones normales de manejo, proporcionar material para selecciones y además, cumplen una importante función demostrativa, especialmente en el caso de especies nuevas poco conocidas. Este tipo de plantaciones también pueden ser convertidas en rodales semilleros, si cumplen con los requisitos necesarios.

SELECCION DE ARBOLES PLUS

Como se mencionó anteriormente, aún dentro de procedencias superiores existe una gran variabilidad entre los diferentes individuos que la componen. Basta recorrer cualquier plantación para darse cuenta de esto. Ocasionalmente aparece un árbol que nos llama la atención por sus características sobresalientes en cuanto a tamaño, rectitud, forma de la copa, etc. Estos se conocen como árboles plus. Esta etapa en el proceso de mejoramiento pretende seleccionar varias decenas de estos árboles superiores y utilizarlos como progenitores de las siguientes generaciones. Sólo aquellos árboles que cumplan ciertos requisitos preestablecidos son admitidos en el programa de mejoramiento, de manera que al final, cada árbol admitido ha sido seleccionado entre varios miles de árboles observados. Estos árboles dan inicio a varias etapas dentro de un programa de mejoramiento, tales como las pruebas de progenies, los huertos semilleros y las plantaciones clonales. La efectividad de las selecciones depende en gran medida de las

características evaluadas en el árbol, las cuales deben ser de alta heredabilidad.

La selección de árboles plus se basa en ciertas características visibles del árbol, tales como la forma del fuste, la altura, la ramificación, etc., es decir, su fenotipo. En este momento no se sabe si el árbol seleccionado luce superior porque es genéticamente superior, porque ha sido favorecido por el microambiente en el cual ha crecido, porque es de mayor edad que el resto o por una combinación de algunos o todos estos factores.

Los árboles en plantaciones han estado sometidos a las mismas condiciones ambientales a lo largo de su vida, generalmente son de la misma edad y han recibido un manejo similar. Por lo tanto, es de esperar que la superioridad de ciertos árboles sea en gran parte debida a su genotipo. Por eso se dice que la selección en plantaciones es más eficiente que en el bosque natural, donde no se sabe mucho acerca del manejo anterior ni de la edad de los árboles.

Para probar si la superioridad de un árbol es genética, se determina su capacidad de transmitir esas características a sus descendientes, a través de pruebas de progenies.

PRUEBAS DE PROGENIES

Un árbol que origine descendencia superior prueba que su apariencia superior en la plantación era intrínseca (genética), y no debida a otros factores externos. Esas pruebas, llamadas pruebas de progenies, de descendencias o de familias, se establecen bajo un diseño experimental adecuado que garantice que las diferencias observables entre las descendencias sean mayormente genéticas. Una vez que se determina cuáles padres son genéticamente superiores, se convierten en árboles élite, y son los que finalmente se utilizan para la producción de semilla mejorada en los huertos clonales o directamente para el establecimiento de plantaciones clonales.

Otra de los objetivos de las pruebas de progenies es la producción de semilla mejorada, mediante su conversión en huertos semilleros de plántulas, una vez concluido el periodo de evaluación. Para esto se seleccionan los mejores árboles de las mejores familias, se elimina el resto y se maneja la plantación para estimular la producción de semilla. Esta opción es posible únicamente cuando la especie florece y fructifica adecuadamente en el sitio donde fue establecida. Asimismo, el aclareo genético del ensayo debe planearse cuidadosamente: un aclareo demasiado temprano reduce la

efectividad de la selección, ya que los árboles aún no han expresado las características por las cuales se está seleccionando; un aclareo demasiado tardío puede perjudicar el desarrollo de copas adecuadas para la producción de semilla. Aunque en la mayoría de la literatura sobre huertos esto ha sido identificado como una seria limitante para el desarrollo de huertos de plántulas, en especies tropicales de rápido crecimiento generalmente es posible lograr el balance adecuado sin mayores problemas. Esto hace de los huertos de plántulas una opción atractiva, sobre todo en especies de floración precoz. Una consideración importante en el caso de huertos semilleros de plántulas es que la semilla producida por el huerto debería utilizarse para reforestación en la misma zona o en zonas ecológicas similares. Los ensayos de progenies sirven también como una fuente de material para selecciones avanzadas.

Existe otro tipo de plantación de progenies conocida como banco de genes o banco de conservación, que en ocasiones se establecen como complemento de las pruebas de progenies. En la mayoría de los casos se utilizan 10 árboles de cada familia y se establecen aleatoriamente en parcelas de un solo árbol, teniendo el cuidado de que haya al menos dos líneas de separación entre árboles de la misma familia. Estos bancos pueden utilizarse exclusivamente para conservación de genes, pero generalmente tienen los mismos objetivos que los ensayos de progenies e, igualmente, pueden ser convertidos en huertos semilleros de plántulas. Estos bancos brindan seguridad en caso de pérdida de los ensayos debido a incendios u otros factores y tienen el atractivo de que son fáciles de establecer y ocupan poca área: un banco con 50 familias, establecidas a 3 x 3 m requiere menos de 0,5 ha.

HUERTOS SEMILLEROS CLONALES

Los huertos semilleros clonales se establecen a partir de propágulos vegetativos de los árboles plus (injertos, acodos aéreos, estacones); son plantaciones establecidas en áreas de fácil acceso, de topografía y condiciones edáficas apropiadas, que faciliten el manejo y la recolección de semilla, aisladas para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y manejadas intensivamente para favorecer la producción rápida y abundante de semilla. Idealmente deberían establecerse al mismo tiempo que los ensayos de progenies, y una vez que los ensayos proporcionen información sobre el potencial genético de los padres, se realiza un aclareo de depuración en el huerto para dejar únicamente los clones que han probado su superioridad genética. En muchos casos no se realiza el aclareo del huerto, sino que este se mantiene intacto como un banco de genes, y se utiliza material de los mejores clones

para establecer otros huertos mejorados. Estos huertos han sido llamados 'huertos de 1.5 generaciones'; sin embargo, el término es inadecuado puesto que estos huertos, si bien son superiores a los originales, siguen siendo de primera generación. Además, biológicamente no tiene sentido hablar de 1.5 generaciones. Las selecciones de segunda generación son aquellas que se realizan a partir de material generado por semilla del huerto.

Los huertos clonales pueden establecerse en zonas completamente diferentes a la zona donde se lleva a cabo la reforestación, debido a que están respaldados por pruebas de progenies establecidas en los sitios de plantación. Esta es una ventaja cuando la especie no florece o no fructifica adecuadamente en los sitios de reforestación. Los huertos clonales generalmente producirán mayores ganancias genéticas que los huertos de plántulas, y pueden ser la única opción disponible para especies de floración tardía.

A partir de los huertos semilleros se puede iniciar un programa de cruzamientos controlados e iniciar así el desarrollo de selecciones de segunda generación.

SILVICULTURA CLONAL

Muchos programas han optado por el uso de clones directamente en plantaciones operacionales, con material generado de los árboles seleccionados. Este sistema tiene la ventaja de que produce mayor ganancia genética que un programa tradicional por semilla, porque las características del árbol superior se reproducen íntegramente en todos sus 'descendientes'.

Se debe tener en cuenta que la forma de propagación en este caso es diferente que para la producción de huertos clonales; en este último, se busca que el material utilizado sea fisiológicamente adulto (proveniente de la copa de los árboles), de manera que inicie la producción de semilla en el menor tiempo posible. En el caso de plantaciones clonales se debe utilizar material juvenil, que produzca árboles de crecimiento vertical normal, similar al de una plántula de semilla. La forma tradicional de lograr esto es a través de la corta del árbol seleccionado (ortet), y el uso de los rebrotes para generar estacas juveniles (en algunas especies es posible estimular la producción de rebrotes juveniles basales sin necesidad de cortar el árbol). Cada una de estas secciones vegetativas se denominan ramets. Todos los ramets provenientes de un mismo árbol conforman un grupo genéticamente idéntico, 'fotocopias' exactas del árbol original. Este grupo de plantas o ramets que tienen un mismo genotipo conforman un clon.

Las estacas se ponen a enraizar bajo condiciones controladas, y una vez enraizadas se tratan en forma similar que una plántula normal (Leakey et al. 1990; Leakey y Mesén 1991). En este caso no tiene objeto realizar pruebas de progenies, sino que se establecen ensayos clonales en el campo con todos los clones, para seleccionar los 30-50 mejores y propagarlos masivamente para su uso en plantaciones.

CONCLUSIONES

El mejoramiento genético involucra varias alternativas diferentes, algunas de ellas a largo plazo. Es una actividad que ofrece grandes retos pero también grandes recompensas, y depende mucho del sentido común decidir las mejores opciones a seguir para una determinada especie y situación. Una de las muchas ventajas del mejoramiento genético es que una vez que se logra el cambio deseado, este perdura indefinidamente a lo largo de las generaciones. Asimismo, se pueden lograr ganancias reales desde el inicio mismo del programa, por ejemplo, mediante la selección y manejo de rodales semilleros, y las ganancias siguen en aumento en cada nueva etapa.

Además de las ganancias evidentes del programa, como son por ejemplo, los aumentos en productividad y calidad del producto, existen otras ganancias indirectas igualmente importantes. Por ejemplo, un mejoramiento en la rectitud de los fustes facilita el transporte y el aprovechamiento de la madera. Un aumento en la homogeneidad de los árboles facilita labores de manejo como los aclareos. Igualmente, un aumento en el vigor y crecimiento inicial de los árboles reduce los costos de limpiezas. Tal vez la ganancia indirecta más importante es que un reforestador que se sienta satisfecho con su plantación, plantará nuevamente, y posiblemente también estimule a sus vecinos a hacerlo, lo cual nunca sucederá si la plantación es un fracaso. Esto inicia un proceso positivo que conlleva a aumentos en los índices de reforestación, disminución en la tala de los bosques naturales y a un mejoramiento del ambiente y de la calidad de vida en general.

LITERATURA CITADA O CONSULTADA

Barner, H.; Diltevsen, B.; Olesen, K. (Comp.) (1991). Introduction to tree improvement. Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark. Lecture Note No. D-1. 23 p.

- Burley, J.; Wood, P.J. (1979). Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford. Tropical Forestry Papers Nos. 10 & 10A. 299 p.
- Cornelius, J.P.; Mesén, J.F.; Corea, E. (Eds.) (1991). Manual sobre mejoramiento genético forestal con referencia especial a América Central. Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE, Turrialba. 218 p.
- Keiding, H. (1991). Gene conservation and tree improvement. Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark. Lecture Note No. D-9. 18 p.
- Leakey, R.R.B.; Mesén, J.F.; Tchoundjeu, Z.; Longman, K.A.; Dick, J. McP.; Newton, A.; Matin, A.; Grace, J.; Munro, R.C.; Mutoka, P.N. 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. *Commonwealth Forestry Review* 69(3):247-257.
- Leakey, R.R.B.; Mesén, J.F. 1991. Métodos de propagación vegetativa en árboles tropicales: enraizamiento de estacas suculentas. In Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con Referencia Especial a América Central. (J.P. Cornelius; J.F. Mesén y E. Corea, Eds.). Turrialba, Costa Rica, CATIE, Proyecto Mejoramiento Genético Forestal. pp. 113-133.
- Matheson, A.C. (1990). Breeding strategies for MPTs. *In* Tree Improvement of Multipurpose Species (Glover, N. y Adams, N., Eds.). Multipurpose Tree Species Network Technical Series, Vol. 2. pp. 67-99.
- Savill, P. (1986). Selection of species. Lecture Notes, Oxford Forestry Institute, University of Oxford. 9 p. No publicado.
- van Buijtenen, J.P.; Donovan, G.A.; Long, E.M.; Robinson, J.F.; Woessner, R.A. (1971). Introduction to practical forest tree improvement. Texas Forest Service, Circular 207. 17 p.
- Wellendorf, H. (1991). Tree improvement strategies. Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark. Lecture Note No. D-10. 10 p.
- Willan, R.L.; Olesen, K.; Barner, H. (1989). Natural variation as a basis for tree improvement. Danida Forest Seed Centre, Humlebæk, Denmark. Lecture Note No. A-3. 13 p.

Zobel, B.; Talbert, J. (1984). Applied Forest Tree Improvement. John Wiley and Sons, New York. 505 p.

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

PRINCIPIOS BASICOS PARA LA IDENTIFICACION Y SELECCION DE FUENTES SEMILLERAS

Rodolfo Salazar
Líder PROSEFOR
CATIE

INTRODUCCION

Al igual que ocurre con cualquier otro cultivo establecido con fines comerciales, en el caso de especies forestales también es indispensable utilizar semillas de buena calidad genética y fisiológica, para obtener resultados económicos satisfactorios. No se debe continuar utilizando semillas de origen desconocido o recolectadas de árboles o plantaciones que no reúnen las condiciones para producir semillas de buena calidad.

Desde el momento en que es identificada la especie potencial, hasta que sea posible desarrollar el proceso de mejoramiento genético que permita establecer huertos semilleros, se requerirán varios años de investigación. Mientras este proceso se realiza, la alternativa es establecer rodales semilleros que en un período relativamente corto (2 a 3 años) podrán iniciar la producción de semillas con mejor calidad genética.

Este proceso de establecimiento de rodales semilleros requiere del conocimiento de una serie de principios básicos que deben ser claramente entendidos, para poder ser aplicados en forma efectiva. Su desconocimiento podría provocar grandes pérdidas económicas a quienes utilicen semillas de rodales que no reúnen las condiciones adecuadas para producir semillas de buena calidad.

El proceso de identificación y selección de rodales semilleros en plantaciones se complica al saber que en los países de la región no existen suficientes plantaciones para realizar con facilidad el proceso; además, las áreas potenciales para establecer las plantaciones comerciales son bastante variables, ya que hay algunas especies como el *Pinus caribaea* y la *Gmelina arborea*, que tienen la capacidad de adaptarse a una amplia gama de condiciones ecológicas.

Es por lo anterior, y como una introducción general a la temática que será desarrollada durante el curso, que en esta presentación se revisarán los principios básicos para identificar y seleccionar rodales semilleros. Como se indicó, su aplicación dependerá de las características de las especies,

la disponibilidad de áreas potenciales y la demanda de semillas.

PRINCIPIOS

Un rodal semillero ya sea en plantación o en el bosque natural, es definido como un grupo de árboles de la misma especie, donde predominan árboles fenotípicamente aceptables y donde han sido eliminados los ejemplares morfológicamente no deseables, el cual es manejado técnicamente para aumentar la cantidad y calidad de las semillas producidas. A través de este medio, se logrará a corto plazo satisfacer las necesidades de semillas, mejorando su calidad genética y reduciendo costos de recolección (Barner, 1973; Salazar y Boshier, 1989; Keiding and Barner, 1990). Para cumplir con estos objetivos y definir la factibilidad de una plantación para ser manejada como rodal semillero, se recomienda tomar en consideración los siguientes principios, por medio de los cuales es posible definir un rodal semillero ideal según los objetivos de la plantación (Keiding y Barner, 1990):

1. La plantación debe estar formada por una población de árboles de un mismo origen, producto de la polinización cruzada.
Lo anterior aplica principalmente en el caso de plantaciones y quiere decir que para que la misma pueda ser seleccionada, es conveniente conocer el origen de las semillas utilizadas para su establecimiento; esto permitirá investigar si proviene de una procedencia reconocida o no recomendada, de uno o pocos árboles o de una población adecuadamente representada. En este sentido hay ejemplos muy claros como en el caso del *Eucalyptus deglupta*, que se planta en El Salvador que fue introducido en la década de los 70, de tres árboles de Costa Rica; o el *E. camaldulensis* que en los años 80 era plantado en Guatemala recolectado de una línea menor de 10 árboles, todos de mala forma.
2. Es recomendable que las plantaciones a seleccionar provengan de una procedencia que haya sido identificada como potencial para las condiciones que se desean reforestar. Este requisito permite asegurar que con el material reproductivo que se obtendrá del rodal semillero, habrá muy buenas posibilidades de obtener resultados positivos.
3. Es conveniente que la plantación sea lo suficientemente grande, para que permita producir cantidades adecuadas de semillas y así satisfacer la demanda. Una área mínima de 1 ha con 75-100 árboles por hectárea es recomendable. En

este caso es muy importante tomar en consideración la relevancia de la especie en los programas de desarrollo forestal y las características de producción de semillas por árbol de cada especie; un ejemplo claro es la diferencia en producción de semillas por árbol entre especies como *Tectona grandis* y *E. deglupta*. No es conveniente sobrepasar excesivamente la demanda, dado que los costos de recolección, procesamiento y almacenamiento son altos.

4. En el caso de bosques naturales y plantaciones muy grandes, es indispensable que los límites estén adecuadamente definidos, con el fin de asegurar su permanencia y protección y garantizar que no se recolecten semillas de árboles no seleccionados.
5. Otro principio importante a considerar es la situación de propiedad de la plantación. Si se encuentra en terrenos del estado, es necesario asegurar que no será destruida y si está en propiedad particular, el propietario debe estar de acuerdo en que sea manejada para producción de semillas por el tiempo que se considere conveniente. Otros principios importantes son la accesibilidad y el aislamiento de posibles fuentes de contaminación que presente la plantación.

CONCLUSIONES

Como se indicó al principio, aunque los rodales semilleros son una etapa preliminar en el proceso de producción de semillas de alta calidad genética, estos principios básicos aquí planteados pretenden describir un rodal semillero idealizado aunque para las condiciones de la actividad forestal de la región, resultará muy difícil llegar a establecer un rodal ajustado a tales condiciones.

Lo anterior indica que será necesario aplicar cierto grado de flexibilidad en el proceso de identificación y selección, tomando en cuenta la demanda y la posibilidad de implementar otros trabajos de mejoramiento genético para mejorar a mediano plazo la calidad del material reproductivo.

REFERENCIAS

- BARNER, H. (1973). Classification of sources for procurement of forest reproductive material. Report FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya. pp.110-138.

Keiding, H. and Barner, H. (1990). Identification, Establishment and management of seed sources. Lecture Note B-2. Danida. Denmark. 36 p.

Salazar, R. y Boshier, D. (1989). Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central. Serie Técnica N. 148. Madeleña/CATIE, Turrialba, Costa Rica. 77 p.

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

PROCEDIMIENTOS PARA LA IDENTIFICACION Y SELECCION DE RODALES SEMILLEROS

Rodolfo Salazar
Líder PROSEFOR
CATIE

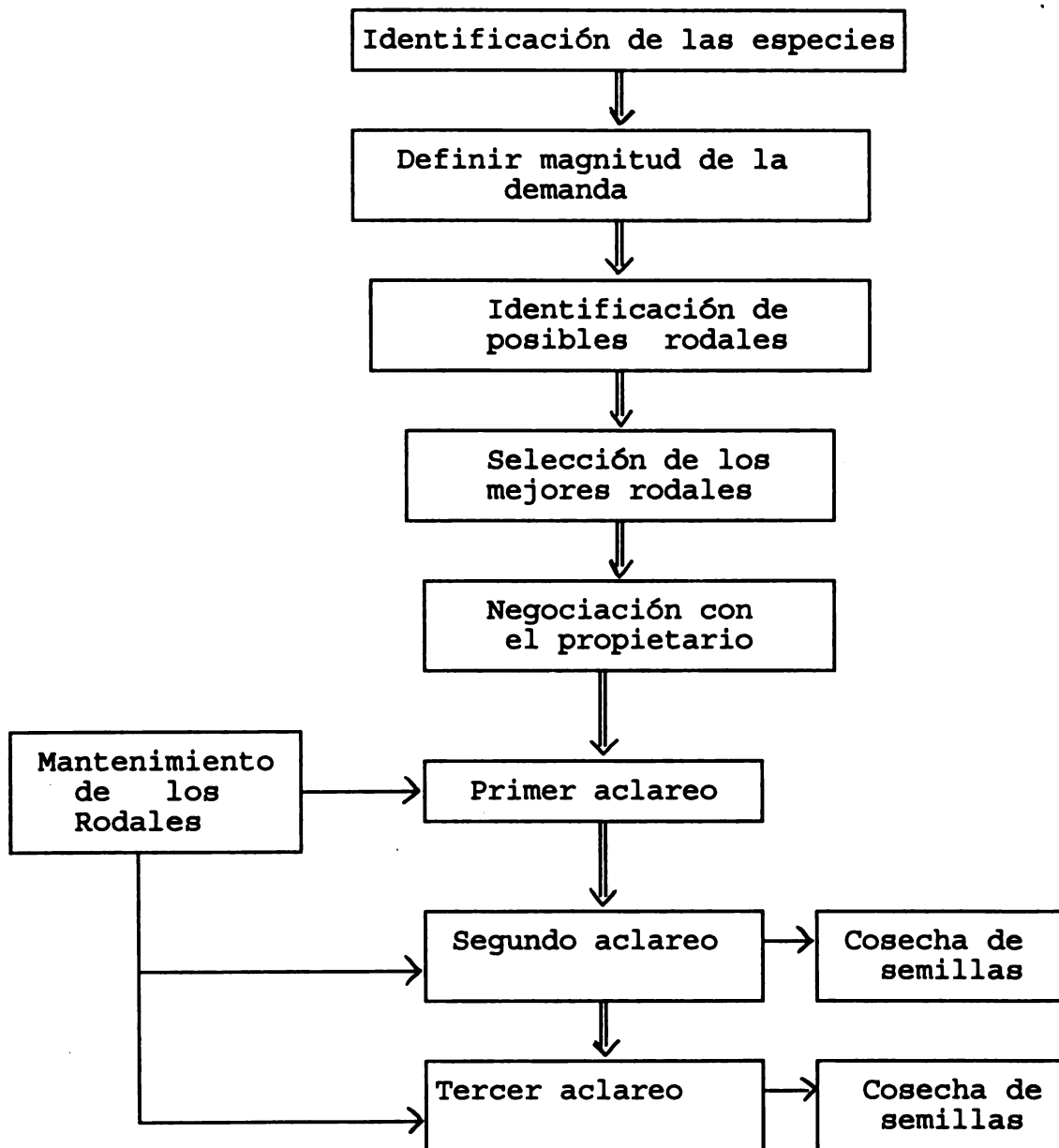
INTRODUCCION

El uso de semilla genéticamente mejorada debe ser considerado como un principio fundamental por todos los sectores involucrados en la actividad forestal. Es a través de este recurso que, complementado con una actividad silvicultural y una tecnología industrial apropiadas, el cultivo de árboles podrá convertirse a corto plazo en una alternativa viable de producción para los países de la región.

Los rodales semilleros son la alternativa preliminar para que, a corto plazo, los países puedan empezar a satisfacer las necesidades crecientes de semillas. El técnico forestal involucrado en este proceso, debe entender que su función no sólo se limita a conocer y aplicar los procedimientos técnicos para producir semillas de mejor calidad, sino que debe desempeñar una acción dinámica a nivel nacional, para que cada día aumente la exigencia por parte del consumidor de utilizar material reproductivo de mejor calidad. Esta gestión obligará a las instituciones respectivas a intensificar los trabajos en mejoramiento genético, que darán como fruto la producción de semillas de alta calidad genética y plantaciones más productivas.

Esta presentación tiene como objetivo principal dar a conocer los procedimientos técnicos que deben ser aplicados para identificar y seleccionar los rodales semilleros de las especies consideradas como prioritarias.

El proceso es sencillo, pero requiere del dominio de ciertos conceptos técnicos que deberán ser aplicados para garantizar los beneficios de dicho proceso. El siguiente diagrama muestra las etapas que deben cumplirse para llegar a cosechar semillas de los rodales semilleros. En esta presentación se revisarán las primeras cinco etapas.



IDENTIFICACION DE LAS ESPECIES

En la mayoría de los países de la región ya se cuenta con una lista de las especies prioritarias; aunque ésta en algunos casos es considerada como preliminar tanto para las especies locales como introducidas. Esta lista de especies debe ser verificada con las autoridades de las instituciones nacionales

responsables de fomentar el desarrollo forestal, con las instituciones de investigación forestal y con los proyectos forestales. Esta verificación es un proceso rápido que se realiza a través de consultas directas o revisión de documentos actualizados para conocer las especies de mayor interés.

También es importante determinar si esas especies están siendo fomentadas en una o más regiones ecológicas del país, con el propósito de determinar si es necesario establecer áreas semilleras para cada región ecológica considerando que el comportamiento de algunas especies cambia significativamente al variar las condiciones de clima y suelo.

Si el país no cuenta con esa lista de especies prioritarias hay que elaborarla, marcando con claridad las especies que ya están siendo plantadas a nivel comercial, las que están siendo investigadas a nivel avanzado y las consideradas como potenciales.

DEFINIR LA MAGNITUD DE LA DEMANDA

Llegar a satisfacer el 100% de la demanda con semillas mejoradas es lo ideal. Esto a veces resulta imposible por la falta de plantaciones que puedan ser convertidas en rodales semilleros. Además, no es conveniente sobrepasar de manera excesiva la demanda, porque el productor de semillas se verá desmotivado al producirse una baja en los precios. Zobel y Talbert (1988) sugieren sobreestimar las necesidades en un 30%, dado que es posible que las áreas a plantar aumenten, los viveros no hagan un aprovechamiento adecuado de las semillas y es frecuente que la producción de semillas varíe año con año.

En esta etapa, que es realizada a través de consultas al sector forestal nacional y visitas de campo, además de conocer las estadísticas sobre las áreas plantadas en los últimos años y las proyecciones sobre las áreas a plantar en el futuro, es importante conocer la opinión de los distintos sectores involucrados (gobierno, programas de investigación, programas de desarrollo, productores e industriales), sobre la demanda de las especies de interés.

Es usual que el sector gubernamental esté fomentando especies que el agricultor no quiere cultivar o el industrial no quiere procesar. A veces estas incongruencias obedecen al desconocimiento de tecnologías apropiadas. En Costa Rica, por ejemplo, el gobierno fomenta el uso de *Cordia alliodora* para plantaciones puras y el agricultor, por los resultados

obtenidos, ya no tiene interés en plantarla, aunque en sistemas agroforestales es excelente.

Para estimar las necesidades de semillas se deben tomar en consideración los siguientes aspectos (Salazar y Boshier, 1989):

- Determinar el consumo de semillas en años anteriores recientes.
- Estimar el consumo futuro inmediato con base en los programas de plantación.
- Conocer la capacidad de producción de semillas por árbol y por área.
- Definir si la producción de semillas es constante todos los años.

Un ejemplo es la estimación del área de un rodal semillero de *Cupressus lusitanica* en Costa Rica hecha por Quirós (1988), quien determinó que en el país se consumían 37 kg de semillas por año. A este monto le agregó un 30% de sobreestimación para llegar a un total de 48,1 kg. Además, asumió una producción de 0,5 kg árbol⁻¹ y una densidad de 100 árboles/ha para el rodal. Con esta información estimó de la siguiente manera el área del rodal semillero requerido para satisfacer la demanda:

$$\text{Area (ha)} = \text{kg requeridos} \times \frac{1}{\text{Arboles/ha} \times \text{kg/árbol}} =$$

$$\text{Area (ha)} = 48,1 \times \frac{1}{100 \times 0,5} =$$

$$\text{Area (ha)} = 0,96$$

Esta área de 0,96 ha, aunque se entiende que es simplemente una estimación, permite fijar límites de las áreas requeridas. El Cuadro 1 ofrece la estimación de varios parámetros preliminares de producción de semillas para especies de interés (Salazar y Boshier, 1989); estos datos necesitan ser actualizados.

Cuadro 1. Información sobre la producción de semillas para algunas especies forestales

Especies	Semillas* por árbol por año (kg) (limpia)	Semillas* por kg (miles)	Epoca de recolección aproximada en América Central
<i>Acacia mangium</i>	0,20-0,40	60-110	feb-mar
<i>Azadirachta indica</i>		4000	may-jun
<i>Bombacopsis quinata</i>	0,20-0,10	28-40	mar-abr
<i>Caesalpinia velutina</i>		500-600	nov-ene
<i>Casuarina cunninghamiana</i>		1.000.000	ene-mar
<i>C. equisetifolia</i>		900000	mar-may
<i>Cordia alliodora</i>	0,30-2,00	50-80	mar-may
<i>Cupressus lusitanica</i>	0,50	200-250	nov-ene
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	0,10-0,50	430-500	feb-abr
<i>E. deglupta</i>	0,10-0,70	3000-4500	jul-set
<i>E. globulus</i>		450-500	feb-mar
<i>E. grandis</i>	0,10-0,50	650-700	dic-abr
<i>E. saligna</i>	0,10-0,40	450-500	mar-may
<i>Leucaena diversifolia</i>	0,10-0,40	15-20	feb-abr
<i>L. leucocephala</i>	0,10-0,40	15-20	feb-abr
<i>Gliricidia sepium</i>	0,10-0,50	7-8	feb-abr
<i>Gmelina arborea</i>	0,50-2,00	0,7-1,2	mar-jul
<i>Guazuma ulmifolia</i>		140-210	dic-feb
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	0,25-0,50	40-60	may-jul
<i>P. oocarpa</i>	0,25-0,50	43-68	mar-may
<i>P. tecunumanii</i>	0,20-0,10	60-80	mar-may
<i>Tectona grandis</i>	2,00	0,7-0,1	nov-ene

* Es necesario recordar que el tamaño de la semilla varía entre procedencias, entre árboles y de año en año. Datos estimados a nivel de laboratorio que difieren bastante de los obtenidos a nivel de vivero, razón por la cual deben ser manejados con mucha prudencia.

Al final de esta etapa, se deberá contar con las bases suficientes para definir el área de las plantaciones que necesitan ser manejadas para la producción de semillas.

IDENTIFICACION DE POSIBLES RODALES

Esta etapa preliminar, que puede ser realizada por asistentes debidamente capacitados, consiste en realizar a

nivel nacional visitas de reconocimiento a las plantaciones existentes con potencial para producción de semillas.

El asistente visitará la plantación y valorará de manera preliminar las siguientes características:

- 1- Calidad fenotípica de la plantación
- 2- Extensión de la plantación
- 3- Accesibilidad

Como lo indica Mesén en la sección sobre manejo de rodales semilleros, el encargado de realizar el proceso de identificación y selección debe estar familiarizado con el comportamiento de la especie, lo cual facilitará y dará mayor seguridad al proceso. En esta etapa de identificación bastará con un ligero recorrido por la plantación para conocer la uniformidad en cuanto a las características fenotípicas de los árboles y la extensión; esta primera impresión, junto con la accesibilidad al sitio, permitirá decidir si se incluye en la lista de posibles rodales o se descarta.

Al final de esta etapa, el técnico contará con una lista de las mejores plantaciones o bosques naturales que existen a nivel nacional para cada especie de interés. En el caso de bosques naturales, es importante tomar en consideración las experiencias que existan a nivel nacional e internacional sobre el comportamiento de algunas procedencias. En la región existe información internacional muy importante sobre un amplio número de coníferas nativas, que hoy son plantadas a nivel industrial en algunos países tropicales. En este campo, Nicaragua realiza excelentes trabajos en rodales semilleros naturales con *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa* y *P. tecunumanii*, actividad que a su vez cumple un objetivo de conservación de germoplasma.

SELECCION DE RODALES SEMILLEROS

Al iniciar esta etapa, el técnico responsable deberá conocer las estimaciones de la demanda de semillas por especie y contar con la lista de plantaciones con potencial para ser convertidas en rodales semilleros. También es necesario que conozca las posibles áreas geográficas o ecológicas a nivel nacional con potencial para el cultivo de las distintas especies; de esta manera, podrá definir el área geográfica a la cual circunscribir la selección de los rodales. Hay que recordar que es conveniente que los rodales estén ubicados en condiciones ecológicas similares a las áreas de plantación. La revisión del origen del material introducido, la amplitud de la base genética de dicho material y su comportamiento en las

distintas condiciones de sitio facilitarán el proceso. Si se reconoce que existe una marcada diferencia en el comportamiento de una especie en distintas condiciones de sitio, hay que planificar el desarrollo de rodales semilleros para cada condición (Salazar y Boshier, 1988).

Durante el proceso de selección, el técnico deberá evaluar con cierto grado de detalle las siguientes características en cada una de las plantaciones previamente identificadas utilizando el formulario adjunto

1. Características fenotípicas
2. Origen y edad de la plantación
3. Extensión
4. Aislamiento

Con respecto a la evaluación de las características fenotípicas que presenta la plantación, en primer lugar hay que considerar el objetivo para el cual se quiere cultivar la especie, si es para madera, postes, leña, etc. Si el interés es la producción de madera, durante el recorrido de la plantación habrá que determinar si predominan árboles vigorosos, sanos, rectos, sin bifurcaciones y preferiblemente con ramas delgadas y horizontales. Si se trata de producción de leña, lo más importante será la proporción de árboles sanos, vigorosos, alta capacidad de rebrote y la producción de ejes múltiples (Mesén, 1993; Salazar y Boshier, 1989).

Si los resultados de la evaluación fenotípica son positivos, se recomienda realizar algunas evaluaciones sencillas con el objeto de verificar el verdadero potencial y contar con datos que permitan hacer comparaciones con otros rodales de la misma especie. El proceso consiste en establecer una o más parcelas de 25-49 árboles, según el tamaño de la plantación, las condiciones topográficas y edáficas con el objeto de tener una representación adecuada. Luego se mide el dap y la altura total y se califica la forma de cada árbol en la parcela (Mesén, 1993; Salazar y Boshier, 1989).

Mesén (1993) sugiere la siguiente calificación para los árboles individuales:

1- Árboles excelentes (dominantes, codominantes, rectos, sin bifurcaciones, con ramas delgadas, sanas y vigorosas). Estos serán los que conformarán la población final en el rodal semillero.

2- Árboles buenos (dominantes o codominantes, sin bifurcaciones, con ligeros defectos en el fuste o en la copa).

Si no hay suficientes árboles de la categoría anterior, algunos de estos podrían permanecer en el rodal.

3- Árboles inaceptables (suprimidos, enfermos, con defectos importantes en el fuste o la copa). Todos deberán ser eliminados del rodal.

La información que se obtiene de estas parcelas debe ser procesada para calcular el promedio, los rangos, la desviación estandar y el coeficiente de variación de cada parámetro medido. Con esta información se podrán realizar las comparaciones entre plantaciones de la misma especie, y definir la que deberá ser convertida en rodal semillero.

Además de la información sobre la característica de los árboles, debe hacerse un análisis sobre las características del sitio, donde se considere drenaje, condiciones del suelo, riesgos de deslizamientos o inundaciones. Esta información fortalecerá más la decisión final que se tome.

El técnico tendrá que investigar el origen y edad de la plantación. El origen es importante para determinar si proviene de una población de árboles aceptable y si la procedencia es reconocida como buena internacionalmente. Si se sabe que la semilla fue obtenida de pocos árboles (menos de 10-15) y que la procedencia no ha mostrado resultados aceptables en otros lugares, es conveniente analizar más en detalle la plantación como rodal semillero aunque muestre características positivas. Mesén (1993) indica que la edad del rodal no es tan crítica, pero si el mismo es muy viejo existe la posibilidad de que los árboles mejores ya hayan sido cortados. En este aspecto es importante que la plantación haya tenido el tiempo suficiente para mostrar su potencial en crecimiento y sus características fenotípicas deseadas. Si la edad es muy avanzada, es muy posible que el desarrollo de las copas se haya afectado negativamente por la competencia. En el caso de bosques naturales, esta característica no podrá ser considerada; el análisis se hará principalmente con base en el fenotipo y la ubicación de los árboles en el rodal.

Con respecto a la extensión del rodal, primero es importante tomar en cuenta la demanda de semillas y la producción de semillas por árbol; por ejemplo, se estima que un árbol de *E. deglupta* puede producir hasta 2.0 kg y uno de *Gmelina arborea* puede producir hasta 2.0 kg, pero el primero tiene hasta 4 millones de semillas/kg, mientras que la segunda especie puede tener hasta 1200 semillas/kg. Mesén (1993) sugiere que los rodales no deberían de tener menos de 50 árboles/ha, de preferencia entre 75 y 150 árboles/ha de muy buena calidad. Si la plantación es muy grande, habrá que

seleccionar la sección de mejor calidad, con mayor accesibilidad, con mejor topografía, mejor suelo y donde haya menor riesgo de contaminación con polen de árboles no seleccionados.

En el caso de bosques naturales, por lo irregular de la población, usualmente se requieren áreas más grandes que en una plantación. Mesén (1993) indica que es factible establecer rodales semilleros en unidades experimentales, pero que este tipo es menos deseable porque generalmente el número de árboles es muy bajo, o su distribución después de la eliminación de los tratamientos indeseables es muy irregular.

El aislamiento se refiere al riesgo del rodal a ser contaminado con polen de árboles indeseables, lo cual ocurre cuando la sección a manejar no es ubicada en una posición estratégica, o la franja de aislamiento no es manejada adecuadamente. También ocurre cuando alrededor del rodal se dejan árboles de mala calidad. Estas fallas pueden reducir de manera significativa la calidad genética de las semillas.

NEGOCIACION CON EL PROPIETARIO

Si la plantación es seleccionada como rodal semillero, antes de iniciar el proceso de manejo silvicultural, hay que explicar al propietario con toda claridad la importancia que tendrá su plantación como futura fuente productora de semillas; es necesario indicarle que el rodal será sometido a un manejo silvicultural que implicará la eliminación de algunos árboles, que deberá ser protegido del fuego y otros daños, que no deberán cortarse árboles sin consultar previamente y que anualmente se realizará la recolección de semillas. Si el propietario está de acuerdo en someter su plantación al proceso descrito, es conveniente establecer un acuerdo escrito entre ambas partes, definiendo el número de años que se espera utilizar la plantación para producir semillas. A la vez, es importante indicarle al propietario que a corto plazo obtendrá beneficios económicos a través de los aclareos y la producción de semillas y que a largo plazo producirá madera de mejor calidad y con mayor precio.

Si el propietario no está de acuerdo en que se realicen las actividades de manejo y en darle protección por un determinado número de años, es mejor descartarlo como posible área productora de semillas.

CONCLUSIONES

El éxito en el desarrollo de estas etapas depende de la existencia de suficientes plantaciones de buena calidad y de lo estricto que se apliquen los criterios de selección. No obstante, la realidad es que, con muy pocas excepciones, para la mayoría de las especies de interés, no se cuenta en la región con suficientes áreas ni en cantidad ni extensión suficientes para aplicar los criterios de selección de manera estricta. Ante esta realidad, el técnico deberá considerar la posibilidad de flexibilizar el proceso. Sin embargo, deberá estar muy consciente y asumir la responsabilidad de fortalecer los mecanismos para iniciar actividades que permitan la producción de semillas de mejor calidad genética a corto plazo.

REFERENCIAS

- Mesén, F. (1993) Selección y manejo de rodales semilleros, PROSEFOR, CATIE, Costa Rica. sp (Borrador)
- Quirós, 1988. Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Hill.), en el Valle Central de Costa Rica, Tesis Ing. For. Heredia, C.R. Universidad Nacional 83 p.
- Salazar, R. and Boshier, D. (1989) Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies prioritarias en América Central. CATIE, Costa Rica. Serie Técnica, Informe Técnico No. 20. 80 p.
- Zobel, B. Talbert, J. (1984) Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, NY. 505 p.

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE RODALES SEMILLEROS

Francisco Mesén
Genetista Forestal, PROSEFOR

INTRODUCCION

El rodal semillero representa una medida interina para producir semilla de mejor calidad genética a corto plazo, mientras se desarrollan otras formas más avanzadas de producción. Un rodal semillero se define como un grupo de árboles de la misma especie, que es mejorado mediante la remoción de individuos indeseables y manejado para estimular la producción pronta y abundante de semilla (Barner 1973).

Los procesos de identificación y selección de rodales han sido descritos en detalle por Salazar (este manual). Este documento hará énfasis en el aspecto de manejo de los rodales.

MAPEO

Una vez seleccionado el rodal semillero es necesario ubicar su posición en un mapa de escala apropiada (e.g. 1:50.000). También se debe dibujar un croquis detallado que muestre la ubicación exacta del rodal, con sus límites claramente definidos. El croquis deberá contener puntos de referencia fácilmente reconocibles, tales como caminos, senderos, ríos, puentes, etc.

INVENTARIO DEL RODAL

El inventario del rodal es necesario por varias razones. En primer lugar, permite comparar entre dos o más rodales alternativos para seleccionar la mejor opción. Segundo, proporciona la base para realizar los aclareos y, tercero, permite evaluar los cambios en densidad y calidad fenotípica después de los aclareos (Hughes y Robbins 1982).

Un rodal de interés para una especie industrial típica es aquel que presenta un alto porcentaje de árboles sanos y vigorosos, rectos, sin bifurcaciones y con ramas delgadas y horizontales. Estos criterios son generales; sin embargo, su importancia relativa puede variar dependiendo de la especie y de los productos finales esperados (ver Palmberg 1980). Por ejemplo, la forma del fuste no es relevante en especies para

producción de leña, pero sí el vigor, la capacidad de rebrote y la producción de ejes múltiples.

Dependiendo del área del rodal, su densidad y la topografía del sitio se deben delimitar parcelas de área conocida, en cada una de las principales subdivisiones (edáficas, topográficas, etc.) del sitio. Si el rodal es homogéneo, como regla general se establece una parcela por hectárea. En rodales que no siguen una distribución en hileras, la parcela circular es la más fácil de establecer. Una vez que se decide la ubicación aproximada de la parcela, se elige un árbol como eje central. Aquí se ubica una persona con una cinta métrica o una cuerda marcada, y otra persona va llevando el otro extremo de la cinta y evaluando todos los árboles que se encuentren dentro del círculo. Una parcela de 15 m de radio (aproximadamente 707 m²) se considera apropiada. Si la plantación sigue una distribución en hileras fácilmente reconocibles, puede ser más fácil establecer una parcela cuadrada o rectangular (p.ej. 25 x 25 m o 25 x 30 m).

La evaluación de los árboles es básicamente una evaluación de calidad, asignándoles un número de acuerdo a las siguientes clases:

- Clase 1** **Arboles excelentes** (dominantes o codominantes, rectos, sin bifurcaciones, de ramas delgadas, sanos y vigorosos). Conformarán la población final del rodal semillero.
- Clase 2** **Arboles buenos** (dominantes o codominantes, sin bifurcaciones bajas, con leves defectos en el fuste o en la copa). Algunos o todos podrían permanecer en el rodal si no hay suficientes en la categoría anterior.
- Clase 3** **Arboles inaceptables** (suprimidos, enfermos y/o con defectos importantes en el fuste y/o las copas). Todos deben ser eliminados del rodal.

Se sabe que los rasgos cualitativos como forma del fuste, bifurcación y características de las ramas generalmente están bajo mayor control genético que los rasgos cuantitativos, como volumen (Barnes et al. 1980), de manera que la selección deberá hacer énfasis en estos rasgos que normalmente muestran mayor heredabilidad (Hughes y Robbins 1982).

Además de la evaluación de forma, es conveniente medir también el DAP de todos los árboles de la muestra y una altura promedio, lo cual da una indicación de la tasa de crecimiento de los árboles en ese sitio.

A partir del inventario del rodal, se pueden derivar recomendaciones acerca del número y tipo de árboles que es necesario eliminar para alcanzar la densidad final deseada.

ACLAREOS

El mejoramiento del rodal implica la remoción de todos los individuos de la clase 3 y tantos de la clase 2 como sea necesario para lograr la densidad final deseada. En un rodal con suficientes árboles de la clase 1 ($75-150 \text{ ha}^{-1}$), se eliminarán todos los individuos de las clases 2 y 3. Estos árboles se deben marcar ya sea con cinta o mediante una marca visible con machete. Cuando se marque con cinta, es importante marcar los árboles que serán eliminados y no los que se quedarán, ya que esto último puede llevar a la eliminación de árboles buenos si la cinta se desprendiera por alguna razón. Una vez que se hayan marcado los árboles de fenotipos inferiores, se lleva a cabo una segunda marcación para mejorar la distribución de los árboles en el rodal. Esta segunda marcación es similar a un aclareo silvicultural típico, diseñado para promover el desarrollo de las copas (Hughes y Robbins 1982).

La época y el cuidado que se tenga al momento de realizar los aclareos en el rodal semillero son de gran importancia. La época del aclareo determina cuándo se puede iniciar la cosecha de semillas del rodal. La primera cosecha comercial es aquella que resulta del cruzamiento entre los árboles seleccionados únicamente. Si existen árboles inferiores dentro del rodal al momento de la polinización de la semilla, la calidad de la misma se reducirá aún si no se cosecha semilla de esos árboles.

La forma de realizar el aclareo es también importante porque un aclareo descuidado puede causar daños severos e irreversibles a los árboles remanentes, que reduzcan su capacidad de producción de semilla. Para efectuar los aclareos, hay que tener en cuenta una serie de consideraciones importantes:

- i) La copa de los árboles remanentes debe ser liberada en al menos tres lados, aunque esto implique la remoción de otros árboles seleccionados.
- ii) Si hay áreas dentro del rodal que sólo contienen árboles de la clase 3, se deben eliminar todos aunque esto resulte en grandes claros.

- iii) Dado que los rasgos cuantitativos generalmente muestran baja heredabilidad, es recomendable concentrar la selección primero en las características de forma, eliminando árboles bifurcados, sinuosos, de ramas gruesas y ascendentes y de baja capacidad de autopoda. Una vez realizado esto, se marca un segundo raleo dirigido a mejorar la distribución de los árboles y el espaciamiento.
- iv) Puesto que el aclareo es mucho más fuerte que un aclareo silvicultural típico, es importante tener en mente el peligro de volcamiento por viento si se abre la plantación en forma drástica en una sola intervención. Los aclareos pueden realizarse en dos o tres etapas, a lo largo de un periodo de dos o más años. En rodales que ya han sido raleados, es posible que una sola intervención sea suficiente para obtener la densidad final deseada.

Finalmente, es importante extraer el producto de los raleos, aunque no haya mercado para dichos productos, para eliminar focos de infección de enfermedades o ataques de insectos que puedan afectar a los árboles en pie. En algunos casos, la venta del material de los aclareos puede cubrir los costos de establecimiento del rodal (Hughes y Robbins 1982).

AISLAMIENTO

El aislamiento total del rodal de fuentes contaminantes de polen de árboles inferiores es casi imposible de lograr, pero se pueden tomar medidas para reducir la contaminación a niveles mínimos. Si bien su aplicación puede ser difícil, es conveniente tener en cuenta las opciones siguientes:

- i) eliminación de los árboles inferiores de la misma especie o de especies que puedan hibridizar dentro de una franja de 1 km alrededor del rodal.
- ii) mantenimiento de una franja de árboles en el sitio de entrada del viento, en la cual también se eliminan los fenotipos inferiores, pero no se utiliza para recolección de semilla. Los árboles de esta franja aportan polen al rodal y sirven como barrera física contra polen contaminante de áreas no manejadas. En plantaciones extensas, idealmente esta franja debería mantenerse alrededor de toda el área efectiva del rodal. La franja debe tener un ancho mínimo de 100 m.
- iii) establecimiento de una 'zona de dilución de polen' alrededor del rodal. Esta puede mantenerse limpia o plantarse con otra especie forestal de rápido crecimiento,

que no hibridice con la especie del rodal. La primera opción es preferible, ya que el viento forma corrientes descendentes cuando encuentra un área libre, lo cual ayuda a la deposición del polen.

Los rodales grandes, de forma aproximadamente circular o cuadrada, pueden ser aislados más efectivamente que los rodales pequeños. Por lo tanto, un rodal grande es preferible que una serie de rodales pequeños dentro de una misma zona (Hughes y Robbins 1982).

El aislamiento del rodal es importante para evitar reducciones en la calidad de la semilla producida, y las acciones correspondientes deberían iniciarse al mismo tiempo que se inicia el mejoramiento del rodal. Tendría poco sentido invertir tiempo y esfuerzo en el desarrollo de un rodal de excelente calidad fenotípica, si gran parte del polen proviene de árboles externos de calidad inferior.

PROTECCION

La protección del rodal involucra una serie de medidas para evitar daños a los árboles o a la semilla. Si es necesario, se debe cercar el área para evitar el acceso de ganado. Si existe peligro de incendios, se debe mantener una barrera cortafuego en la época seca de por lo menos 10 metros de ancho alrededor del rodal; asimismo, se debe mantener el rodal libre de malezas y residuos para evitar la propagación del fuego. La limpieza permanente del rodal también facilita las labores dentro del rodal y la cosecha de semillas. En algunas especies (e.g. *Gmelina arborea*) será necesario realizar la eliminación periódica de rebrotes o tratar los tocones con algún herbicida sistémico. Finalmente, es importante la colocación de rótulos con ciertos datos relevantes, tales como especie y procedencia, fecha de establecimiento, área del rodal, institución responsable y propietario del rodal.

FERTILIZACION

No es posible generalizar acerca de las necesidades de fertilización, porque las condiciones edáficas y climáticas particulares del sitio, así como los requerimientos de la especie involucrada, influyen en la respuesta de los árboles a los fertilizantes. Además, para la mayoría de las especies forestales tropicales, no existe información acerca de épocas, dosis y fórmulas de los fertilizantes a utilizar. Gran parte de los trabajos en fertilización han sido desarrollados para huertos semilleros y para otras regiones, por lo cual no se

pueden hacer extrapolaciones confiables. Sin embargo, para una gran cantidad de especies, se sabe que la aplicación de fósforo promueve la floración, especialmente en latifoliadas (Greenwood 1977; Hattemer et al. 1977; Jett and Finger 1973; Steinbrenner et al. 1960; van Buijtenen et al. 1971; Zobel y Talbert 1984). El efecto del nitrógeno es controversial; algunos autores han informado que dosis bajas generalmente promueven la floración mientras que dosis altas la reducen (van Buijtenen et al. 1971). En otros casos, se ha sugerido aplicar fertilizantes de fórmula completa (NPK) en las etapas de crecimiento vegetativo y fertilizantes nitrogenados posteriormente para estimular la producción de flores (Lambeth 1992).

Parece haber mayor consenso en cuanto a la época de fertilización, la cual generalmente se recomienda justo antes de la iniciación de la yemas florales (Lambeth 1992; Zobel y Talbert 1984).

La necesidad de fertilización deberá decidirse en cada caso en particular, basada en muestreos y análisis del suelo; hasta tanto no haya recomendaciones específicas, se debe tratar básicamente de eliminar deficiencias evidentes que puedan afectar el crecimiento y vigor de los árboles del rodal.

MÉTODOS PARA INDUCIR FLORACION

Se ha utilizado una serie de tratamientos para tratar de acelerar y aumentar la floración y la producción de semilla, aunque la mayoría de ellos dirigidos a huertos semilleros. Entre los más comunes están el anillamiento o estrangulamiento, la poda de las copas y la aplicación de giberelinas¹. Para algunas latifoliadas, el anillamiento ha dado buenos resultados, siempre y cuando se realice en forma localizada (anillamiento de ramas) o a una altura apropiada en el fuste principal de manera que se estimule la floración sin causar la muerte del árbol. Sin embargo, para especies tropicales aún falta mucha investigación para determinar épocas, sitios y características del tratamiento (posición, ancho del anillo, etc.) y su efectividad. *La inyección de giberelinas ha sido efectiva en varias especies de *Pinus* y *Cupressus*, y se cree que puede ser de aplicación general en coníferas, aunque de nuevo, no existe mucha experiencia para coníferas tropicales. La poda de copas ha dado resultados variables, y generalmente no se recomienda como un método de inducción para la mayoría de las

1/Dick, J. McP. 1994. Institute of Terrestrial Ecology, Escocia, comunicación personal.

especies. Además, en muchas especies tropicales, la mayoría de las flores femeninas se ubican en la parte superior de las copas, lo cual hace este método completamente inapropiado. Mientras no se desarrollen investigaciones en este sentido, no es posible brindar recomendaciones específicas.

REGISTROS

Se deben mantener registros detallados de los rodales, que permitan llevar un control preciso de las operaciones y suministrar información completa a los usuarios de las semillas. Se deben mantener al menos los siguientes formularios:

- i) Registro de calificación de rodales semilleros, con la información obtenida de las parcelas de muestreo (Ejemplo en Anexo 1). Se debe completar un formulario por parcela al momento de evaluar el rodal.
- ii) Registro de rodales semilleros, con información botánica, climática y geográfica del sitio, detalles del rodal y del propietario (Ejemplo en Anexo 2). Se debe completar un único formulario al momento de seleccionar el rodal.
- iii) Registro de recolecciones y almacenamiento, con información acerca de número de árboles recolectados, métodos, estado de los frutos/semillas, cantidad recolectada y resultados de los análisis de las semillas (Ejemplo en Anexo 3). Se debe llenar un formulario después de cada recolección.
- iv) Registro de observaciones fenológicas, con observaciones sobre foliación, floración y fructificación.
- v) Hojas de historial, donde se anoten todas las actividades realizadas en el rodal así como la ocurrencia de eventos naturales relevantes. Se debe iniciar desde el momento de evaluar el rodal y mantenerse actualizado después de cada visita al rodal para cualquier propósito.

Los registros se deben mantener archivados bajo el código para el rodal. Es importante mantener varias copias de los registros en diferentes sitios, para evitar pérdida de la información en caso de incendios, etc.

CONCLUSIONES

A pesar de la baja intensidad de selección que puede lograrse en rodales semilleros, un rodal técnicamente manejado puede producir ganancias genéticas importantes en características de alta heredabilidad (Shelbourne 1969), con los consecuentes beneficios para programas de reforestación. Además, los rodales semilleros tienen ciertos atributos que los hacen muy importantes, en particular, i) representan una alternativa simple, económica y a muy corto plazo para la producción de semilla de mejor calidad; ii) la semilla colectada tiene mejor calidad genética que la semilla de rodales no manejados, especialmente en cuanto a adaptabilidad y características del fuste y de la copa y iii) se reducen los costos y se facilitan las recolecciones de semilla, al concentrar las operaciones en una sola área (Zobel y Talbert 1984). Un beneficio adicional de los rodales semilleros es la conservación de los recursos genéticos (Hughes y Robbins 1982), lo cual adquiere cada vez mayor importancia en países tropicales ante el incremento acelerado en las tasas de deforestación y el peligro de desaparición de poblaciones valiosas.

LITERATURA CITADA

- Barner, H. (1973). Classification of sources for procurement of forest reproductive material. Report *FAO/DANIDA Training Course on Forest Tree Improvement, Kenya*, pp. 110-138.
- Barnes, R.D.; Gibson, G.L.; Bardley, M.A. (1980). Variation and genotype environment interaction in international provenance trials of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and its implications for population improvement and productivity of fast growing species. In *Proc. IUFRO Symposium on Genetic Improvement and Productivity of Fast Growing Species*, Aguas de Sao Paulo, Brazil, August 1980. 20 p.
- Greenwood, M.S. (1977). Seed orchard fertilization: optimizing time and rate of ammonium nitrate application for grafted Loblolly pine. *14th South For. Tree Imp. Conf.*, Gainesville, Fla. pp. 164-169.
- Hattemer, H.H.; Andersson, E.; Tamm, C.O. (1977). Effects of spacing and fertilization on four grafted clones of Scots pine. *Stud. For. Suec.* 141:1-31.

- Hughes, C.E.; Robbins, A.M.J. (1982). Seed stand establishment procedures for *Pinus oocarpa* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in the natural forests of Central America. *Commonw. For. Rev.* 61(2):107-113.
- Jett, J.B.; Finger, G. (1973). Stimulation of flowering in Sweetgum. *12th South For. Tree Imp. Conf.*, Baton Rouge, La. pp. 111-117.
- Lambeth, C.C. (1992). Huertos semilleros. In *Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con Referencia Especial a América Central* (Cornelius, J.P.; Mesén, J.F. y Corea, E, Eds.). Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 103-128.
- Palmberg, C. (1980). Selection and management of seed stands: hardwoods. *FAO Forestry Papers* No. 20, 122-123.
- Quijada, R.N. (1980). Selection of forest trees. *FAO Forestry Papers* No. 20, 124-130.
- Quirós, R. (1988). Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Ing. For., Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 83 p.
- Salazar, R.; Boshier, D.H. (1989). Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies prioritarias en América Central. CATIE (CR). Serie Técnica, Informe Técnico No. 20. 80 p.
- Salazar, R.; Boshier, D.H. (1992). Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales. In *Manual sobre Mejoramiento Genético con Referencia Especial a América Central*. (Eds. Cornelius, J.P.; J.F. Mesén y E. Corea). Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 61-77.
- Shelbourne, C.J.A. (1969). Predicted genetic improvement from different breeding methods. *2nd World Consult. Forest Tree Breeding*. Vol 2:1023-1029.
- Steinbrenner, E.C.; Duffield, J.W.; Campbell, R.K. (1960). Increased cone production of young Douglas-fir following nitrogen and phosphorus fertilization. *Jour. For.*, 58(11):105-110.

van Buijtenen, J.P.; Donovan, G.A.; Long, E.M.; Robinson, J.F.; Woessner, R.A. (1971). Introduction to practical forest tree improvement. Circular 207, Texas Forest Service, 17 p.

Zobel, B.; Barber, J.; Brown, C.L.; Perry, T.O. (1958). Seed orchards; their concept and management. *J. of For.* 56:815-825.

Zobel, B; Talbert, J. (1984). Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, New York. 505 p.



ANEXO 1

EVALUACION DE FUENTES SEMILLERAS

Código del rodal: _____ Especie: _____
 Sitio: _____
 Parcela No: _____ Area (m²): _____
 Nombre del técnico: _____ Fecha: _____

Arbol	DAP	Clase*	Arbol	DAP	Clase
1			26		
2			27		
3			28		
4			29		
5			30		
6			31		
7			32		
8			33		
9			34		
10			35		
11			36		
12			37		
13			38		
14			39		
15			40		
16			41		
17			42		
18			43		
19			44		
20			45		
21			46		
22			47		
23			48		
24			49		
25			50		

- *1: Arboles excelentes (dominantes o codominantes, rectos, sanos, sin bifurcaciones)
- 2: Arboles buenos (dominantes o codominantes, sanos, sin bifurcaciones bajas, con defectos leves en el fuste y/o la copa)
- 3: Arboles inaceptables (suprimidos, enfermos, con defectos serios en el fuste y/o la copa)

DESCRIPCION DE FUENTE SEMILLERA

CODIGO DE LA FUENTE _____

ESPECIE

Nombre Común: _____
 Nombre Botánico: _____ Familia: _____
 Procedencia: _____ Origen: _____

INFORMACION GEOGRAFICA Fecha de última evaluación: _____

Caserío: _____ Cantón: _____
 Distrito: _____ País: _____
 Prov/Dept: _____ Latitud: _____' _____" Longitud: _____' _____" Altitud: _____ m s.n.m.
 Delimitación de la fuente y localización detallada

 Mapa referencia (anexo 1) Croquis (anexo 2)

INFORMACION CLIMATICA Fecha de última evaluación: _____

TOPOGRAFIA: Pendiente: _____ Aspecto: _____
 Notas: _____
 Zona de vida (Hbldridge): _____
 Estación meteorológica representativa: _____ Años de obs.: _____
 lat: _____° _____' long: _____° _____' altitud: _____ m.s.n.m.: _____

	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	total	prom.
Precipit.														

Temp. promedio: _____ °C No. meses con menos de 50 mm: _____ Factores climáticos limitantes: _____

INFORMACION SOBRE LA FUENTE Fecha de última evaluación: _____

Tipo¹: _____ Año de establecimiento: _____
 Área: _____ ha, Densidad: _____ árboles/ha
 Altura²: _____ m, Dap²: _____ cm
 Calidad de los árboles; Proporción en clase 1 _____ y clase 2 _____/ha
 Sanidad: _____
 Grado de intervención³: _____
 Grado de aislamiento: _____
 Observaciones⁴: _____

 Datos de análisis genéticos (anexo 3)

1) Huerto semillero comprobado, huerto semillero no comprobado, rodal semillero, fuente seleccionada, fuente identificada (en bosque natural, plantación, parcela experimental, etc. especificar).
 2) Basados en una muestra representativa, excluyendo árboles suprimidos.
 3) No intervenido, raleos efectuados, necesidades de intervención, etc.
 4) Cualquier otra información relevante (características del suelo, incidencia o peligro de incendios, etc.)

INFORMACION SOBRE LA RECOLECCION

Número de árboles colectados: _____	Espaciamiento de los árboles : _____
Colectado por: _____	Proyecto/Comp. _____ Año: _____ Lote de semilla N°: _____

EN CASO DE COMPRA O IMPORTACION

Colector: _____	Proveedor: _____	N° Proveedor: _____
Fecha de recolección: _____	Fecha de importación: _____	Descripción de la fuente semillera del proveedor <input type="checkbox"/>
Notas: _____		
Datos de calidad de la semilla del suplidor: Contenido de Humedad: _____ %		
Peso de 1000 semillas: _____ g Pureza: _____ % Geminación: _____ %		
Tratamientos: _____		

Nombre: _____ Firma: _____

Cargo: _____ Fecha: _____

✓ VENTAJAS Y DESVENTAJAS DEL ESTABLECIMIENTO DE UN REGISTRO NACIONAL DE RODALES SEMILLEROS Y UN SISTEMA DE CONTROL DE LA VENTA DE SEMILLAS Y PLANTAS

✓
Hans Rouland
Lars Ravensbeck
Centro Mejoramiento Genético y
Banco de Semillas Forestales
IRENA-DANIDA, Nicaragua

1. JUSTIFICACION E IMPORTANCIA

¿Por qué se han creado en muchos países registros nacionales de semillas forestales y medidas de control de su comercialización y por qué quieren cada vez más países introducir reglas encarecedoras e importunas?

Si el bosque es manejado con regeneración natural y uso de semilla de rodales propios, no existe motivo para establecer semejante regulación. Sin embargo, en muchas áreas se ha tratado de crear una actividad forestal sostenible con un mayor rendimiento a través de introducción de semillas de otras áreas o uso de especies exóticas.

La necesidad de asegurar el origen de la semilla forestal surgió realmente al principio de este siglo, cuando las primeras investigaciones genéticas forestales -los ensayos de procedencias- empezaron a dar resultados. Se descubrieron diferencias genéticas entre semillas de diferente origen. Dado que no se puede diferenciar directamente semillas de la misma especie pero de diferentes lugares, existe poca posibilidad de determinar si se obtiene la semilla requerida.

En este contexto no es tanto la calidad fisiológica de que se trata. Naturalmente, ésta tiene que ser satisfactoria pero es más importante la composición genética. Pueden haber grandes diferencias en cuanto a un número de propiedades. A menudo se atribuye importancia al crecimiento y uno o más caracteres de calidad. Entre más grandes sean las diferencias, más importante es que el cliente pueda estar seguro de que la bolsa de semillas contiene lo que ha pedido.

Con frecuencia se trata de una cantidad considerable de dinero para el usuario, ya que no es solamente el valor de la semilla, pero también los costos de plantación y mantenimiento que en el peor de los casos se pierden.

2. DESCRIPCION GENERAL

Existen varios sistemas para registros de procedencia con relación al comercio de semillas forestales. Uno de los más desarrollados es seguramente el que se usa ahora en la Unión Europea, UE (antes Comunidad Económica Europea).

2.1 Perspectiva histórica

En el año 1986, la Asociación Forestal Danesa nombró una comisión de semillas. Esta tenía entre sus funciones inspeccionar y seleccionar rodales semilleros con el fin de asegurar el abastecimiento con la mejor semilla para el sector forestal danés. La comisión controlaba la recolección y el comercio de semilla de estos rodales por medio de un sistema de declaraciones de garantía.

La responsabilidad de este trabajo se pasó en 1969 a "La Comisión Conjunta de Selección y Control de Material Propagativo Forestal" al ingresar Dinamarca a la OCDE (Organización de Cooperación y Desarrollo Económico). La comisión estaba compuesta por representantes de los sectores afectados.

Bajo "La Comisión Conjunta", se creó una "Comisión para Selección de Rodales Semilleros" y "Comisión de Control de Procedencia" ambas independientes en el trabajo y ubicadas en "La Estación Experimental Forestal Danesa". Las actividades se financiaban con un impuesto que ingresaba a "La Comisión de Control de Procedencia" proveniente de ventas por menor y exportación de semilla. El arreglo se basaba en un convenio entre la "Comisión de Control de Procedencia" y los viveros afiliados.

En 1973, este arreglo voluntario se hizo obligatorio para todo el comercio de semillas de una serie de especies forestales importantes (las llamadas especies - CEE), al incorporarse Dinamarca a la Comunidad Económica Europea.

Las reglas vigentes entraron en vigor a partir del 15 de abril de 1981.

En 1990 se creó la Dirección General Fitológica, DGF, a través de la unión de varias instituciones de control bajo el Ministerio de Agricultura.

La responsabilidad de control de procedencia de semillas y plantas forestales fue asumida por la DGF a raíz de esta fusión.

La Comisión de Selección de Rodales Semilleros se mantiene inalterado en la Estación Experimental.

2.2 El área de la orden de 1981

La orden de 1981 establece las condiciones de aprobación, producción y comercio de semilla de las especies mencionadas en la Tabla 1 y 2. Por lo tanto, no todas las especies están incluidas en el arreglo.

El control intenta asegurar la identidad genética del material propagativo para todas las fases desde la recolección de semillas hasta la venta de plantas. Una sola institución ejerce el control: la DGF.

2.3 Registro y control de viveros, comercios de semillas y plantas

Empresas que en forma profesional piensan producir o vender material propagativo (semillas y plantas) tienen que registrarse en la Dirección General Fitológica.

La autoridad de control tiene el derecho de inspeccionar y controlar en cualquier lugar donde el material propagativo se recolecte, procesa, almacena, cultiva y vende. En caso que una empresa incumpla una de las prescripciones establecidas se puede sancionar la infrección con una multa.

2.4 Impuestos de control

Las empresas registradas pagan anualmente un impuesto cuya cuantía dependen del área cultivada (viveros) y/o la cantidad vendida de semillas.

2.5 Material propagativo forestal producido en Dinamarca

Recolección de material de rodales semilleros seleccionados y comprobados sólo se puede realizar después de haber obtenido un permiso de recolección de la DGF. La solicitud del permiso se envía a la DGF con anticipación de la recolección. La recolección solamente la puede realizar el dueño del rodal semillero o una empresa de semillas forestales registrada en la DGF. Para el material propagativo recolectado con permiso, la DGF expide un certificado original para cada lote.

2.6 Importación de material propagativo forestal

Toda importación de material propagativo forestal (semillas, plantas u otro material) se tiene que notificar a la DGF. En la notificación se adjuntan certificados de procedencia del país de origen y comprobantes de adquisición.

2.7 Exportación de material propagativo forestal

Para exportación de material propagativo a otros países de la Unión Europea, la DGF extiende un certificado de exportación con base en la notificación del exportador.

3. CONTROL Y SISTEMA DE CERTIFICACION

El control de procedencia se realiza a través de muestras al azar durante la recolección, procesamiento, almacenamiento, cultivo y comercialización.

Para apoyo del control y como documentación de la identidad del material en su comercialización existe una serie de formularios y certificados.

Este sistema de control y certificación contribuye a asegurar que lotes de semillas desde el lugar de producción o importación hasta el vivero, estén acompañado por documentación de procedencia. Lo mismo puede decirse de lotes de plantas desde la siembra hasta el usuario.

3.1 Material producido en Dinamarca

Permiso de recolección. Antes de iniciar la recolección de semillas, el productor de semillas forestales llena y firma un permiso de recolección (formulario rojo) -tres ejemplares- y envía el permiso a la DGF. Se llena un formulario para cada rodal semillero seleccionado. Si el productor mismo quiere dirigir la recolección, los dos ejemplares restantes se dejan a la persona encargada de la inspección y control de la recolección. Si el productor no quiere aprovechar la cosecha de semillas en su rodal semillero seleccionado o huerto semillero, puede delegar el derecho de recolección a una empresa de semillas forestales. Solamente se le puede pasar este derecho a una de las que está registrada en la DGF. En este caso los dos últimos ejemplares se entregan a la empresa de semillas.

En la parte de atrás del permiso de recolección, el responsable lleva la cuenta de la cantidad recolectada.

Los sacos de frutos se marcan con fichas conteniendo los datos:

- a) El número del permiso de recolección
- b) El nombre del distrito forestal, dónde se ha recolectado la semilla.
- c) Especie
- d) Número del rodal semillero seleccionado

Después de haber finalizado la recolección, el responsable firma la parte superior de los dos ejemplares del permiso de recolección. Uno se envía al lugar de procesamiento y el otro se queda en el distrito forestal. El responsable del procesamiento firma la parte inferior de su ejemplar y se lo envía a la DGF.

-Certificado A blanco. Es el certificado original del lote de semilla -dos ejemplares- expedido por la DGF para el productor o la empresa de semillas forestales con base en el permiso de recolección.

-Certificado A/B verde. Se utiliza en el comercio entre empresas de semillas forestales tanto de origen doméstico como extranjero. Además se usa para venta de semillas de productor a empresa de semillas. El certificado A/B verde -tres ejemplares- es expedido por el vendedor al comprador; el vendedor, el comprador y la DGF reciben un ejemplar cada uno. La persona a quien está dirigido el certificado, apunta las ventas, las pérdidas y, los saldos.

-Certificado A amarillo. Expedido por el vendedor de semillas y dirigido al usuario. Solamente es obligatorio expedir el certificado para ventas mayores de 0.1 kg. La parte inferior y trasera es para control en vivero por el comprador. Aquí se tiene que apuntar toda información sobre producción y venta. El que expide el certificado, le anota el mismo número que tiene el certificado A blanco, el certificado original que ha sido expedido por la DGF para todo el lote. Si la semilla ha sido obtenida con un certificado verde, se anota el mismo número de éste. Todos los certificados amarillos, que acompañan semilla vendida por menor del mismo lote original, recibe de esta manera el mismo número de origen. Los certificados amarillos vienen en tres ejemplares, uno para el comprador, el vendedor y la DGF.

3.2 Importación de semillas

Certificado B blanco, dos ejemplares, expedido por la DGF a raíz de la importación de semilla después de la notificación del importador adjunto con la documentación segura de procedencia y comprobante de adquisición. El procedimiento es el mismo como en el caso de comercio de semillas producidos en Dinamarca, o sea existe también un certificado B -amarillo-.

El control en los viveros y comercios de plantas forestales

La Dirección General Fitológica hace anualmente una visita de control en cada empresa, en donde todos los certificados puestos al día y facturas entre otros se revisan. En los viveros también se realiza un control en el campo.

Los viveros tienen que llevar un registro de campo, donde se tiene que anotar el lugar de cada lote de plantas, especificación de especies, procedencia, número/área y número de certificado. Igualmente las plantas en el campo tiene que ser marcadas con rótulos que especifican especie, procedencia y número de certificado.

En los certificados amarillos (semilla y azules (plantas)). El vivero especifica el proceso de reproducción de las plantas. Se anota lo siguiente:

1. Siembra: lugar y fecha
2. Repique: lugar, fecha y número
3. Venta : nombre del comprador, fecha, número, edad y número de las facturas

Cuando todo el lote de plantas ha sido vendido y el certificado, por lo consiguiente terminado, se suman los números y se envía a la DGF después de la visita de control. En el certificado se apunta "terminado".

Al vender una cantidad de plantas se tiene que anotar en la factura: especie, edad, clase, fecha y número de certificado.

El control en empresas de semillas forestales y lugares de procesamiento

La DGF hace visitas de control al azar a empresas de semillas forestales y lugares de procesamiento, para

inspecciones entre otras la marcación y separación correcta de cada lote, durante el procesamiento y el almacenamiento.

El control donde los productores de semillas forestales

Con base en los datos suministrados en los permisos de recolección, la DGF lleva a cabo un control por muestreo al azar, verificando que la recolección en los rodales semilleros seleccionados se realiza de manera responsable.

Pago de impuesto para la DGF

En toda venta, con expedición de certificados amarillos se cobra un impuesto de semilla para la DGF. Este constituye un porcentaje del precio total en la factura. El impuesto se le paga a la DGF una vez al año al enviar los datos sobre las cantidades de semillas vendidas y el saldo.

Los viveros pagan además un impuesto según el área dedicada al cultivo de plantas forestales. Finalmente los comercios de plantas pagan un impuesto fijo.

4.0 SELECCION DE RODALES SEMILLEROS

4.1 Objetivo

La selección de rodales semilleros se hace primeramente para cubrir la demanda doméstica de semillas forestales, pero además está de acuerdo con las prescripciones de la UE y OCDE para proveer la semilla con las mejores características genéticas.

4.2 Comisión de selección de rodales semilleros

La selección es realizada por una comisión con los siguientes miembros:

- Dos de la Universidad Agraria, Silvicultura y Genética
- Uno de la Estación Experimental Forestal Danesa
- Uno de la comisión forestal para los brezales
(áreas de baja productividad en el oeste de Dinamarca)
- Uno del sector forestal privado
- Uno del sector forestal estatal

4.3 Criterios de selección

Una unidad a seleccionar debe ser un rodal con límites claros compuesto por árboles del mismo origen y edad. Se prefieren rodales grandes tanto en área como número de árboles, ya que se puede esperar una reproducción más confiable y además por razones prácticas (recolección). Sólo se puede seleccionar cuando un rodal ha llegado a la edad reproductiva con muchos árboles contribuyendo a la producción de semillas (con flores femeninas o masculinas).

Un rodal semillero seleccionado debe tener aislamiento satisfactorio de rodales inferiores. Esto requiere aproximadamente una distancia de 500 m en campo abierto a través de protección de un rodal de otra especie que puede tener la función de filtro. La altura y densidad en la época de floración de ésta, determina su valor como filtro.

Abundancia de flores masculinas en el rodal semillero reduce considerablemente la importancia de polen de afuera. Candidatos para rodales semilleros deben por principio ser rodales saludables, o sea el nivel de ataques de hongos e insectos no debe ser más alto del que se estima como "normal" para un rodal de esta especie en el mismo sitio y tiempo.

Se requieren procedencias cuyo cultivo haya sido comprobado y que tengan buena capacidad de adaptación a diferentes suelos y resistentes ante variaciones climatológicas, sobre todo a extremos. Finalmente la producción de madera tanto en cantidad como calidad (forma y caracteres de ramas) debe ser mejor o por lo menos igual al promedio de la especie y el sitio.

En resumen: posibles rodales semilleros deben ser rodales grandes y saludables de buen crecimiento, con la edad reproductiva y manejado con raleos y aislados de contaminación de polen de afuera.

Información sobre la procedencia y el origen de los rodales y sobre posibles descendencias pueden ser de gran valor para la decisión de la comisión, aunque no puede sustituir los ensayos.

Se ha elaborado un registro o lista de todos los rodales semilleros seleccionados. Existen dos categorías: rodales semilleros seleccionados y huertos semilleros. En la actualidad (1991) existen 380 rodales semilleros y 23 huertos semilleros de un total de 26 especies y un híbrido de especies.

5. VENTAJAS

La ventaja de un sistema de registro es que se mantiene la identidad de la semilla y material vegetativo. De este modo se tiene una oportunidad de conseguir experiencias con el material en cuestión y volver a solicitarlo si se obtienen buenos resultados. Una obligación de registro tiene que asegurar al usuario que lo que paga es lo que ha pedido. Es importante que el usuario haya recibido el material correcto, ya que no puede ver directamente las diferencias genéticas, y aún después de algunos años de cultivo puede ser muy difícil comprobarlas.

Se ha tratado de incorporar criterios de producción y calidad en varios sistemas de registro. Esto sin embargo, ha resultado difícil y hoy se tiende cada vez más a suministrar semilla con una "descripción del contenido", que aparte de la procedencia, informa sobre las características que se han mejorado y como ha sido ensayado. Lo último es muy importante.

6. DESVENTAJAS

Para asegurar que no se cometa fraude con el origen de un lote de semillas, es necesario un sistema de control. Por muy completo que sea el sistema, es imposible controlar un 100% de todo el proceso, desde la recolección hasta que las plantas lleguen a su destino. Esto conlleva muy fácilmente a la creación de reglas muy burocráticas y costosas. Sobre todo si se requieren sistemas internacionales como en la UE. Estos costos en definitiva tienen que ser pagados por los usuarios y pueden a menudo ser exorbitantes en comparación a los beneficios en forma de una presunta mejora de la calidad de semilla y material vegetativo.

Otra desventaja de un sistema extenso, es que puede atrasar la recolección y distribución. Esto puede ser crítico en el caso de especies cuya semilla tiene poco tiempo de viabilidad, pero también puede obstaculizar la flexibilidad en la recolección de semillas.

7. CONCLUSION

Se debe promover que los diferentes países establezcan un sistema de registro con ciertas líneas comunes, pero que sea sencillo. Debe ser un arreglo voluntario, y los elementos principales deben ser identidad y "descripción del contenido".

TABLA 1

Material reproductivo forestal
cubierto por el esquema U.E.

Semillas de las siguientes especies:

Abies alba
Larix decidua
Larix leptolepis
Picea abies
Picea sitchensis
Pinus nigra
Pinus sylvestris
Pinus strobus
Pseudotsuga menziesii
Fagus sylvatica
Quercus rubra
Quercus robur
Quercus petraea

TABLA 2

Material reproductivo forestal
cubierto por el esquema de la O.C.D.E.

1. Material reproductivo de las
especies de la Tabla 1

2. Material reproductivo de las
siguientes especies:

Acer pseudoplatanus
Alnus glutinosa
Alnus incana
Fraxinus excelsior
Abies grandis
Abies normanniana
Abies procera
Chamaecyparis lawsoniana
Picea omorika
Pinus peuce
Thuja plicata
Tsuga heterophylla

3. Semillas del híbrido:

Larix x eurolepis

// SELECCION DE ESPECIES Y PROCEDENCIAS FORESTALES

Francisco Mesón
Genetista Forestal, PROSEFOR

INTRODUCCION

En la actualidad se reconoce ampliamente que el éxito en el establecimiento y productividad de las plantaciones forestales depende en gran medida de la selección correcta, no sólo de la especie, sino también de la fuente de semilla dentro de la especie. La semilla representa un pequeño porcentaje de los costos totales de plantación; no obstante, una mala escogencia puede llevar a más problemas a mediano y a largo plazo que casi cualquier otro factor. La importancia de utilizar la fuente de semilla apropiada para cada sitio ha sido demostrada en cientos de ensayos establecidos en todo el mundo, principalmente en los últimos 20 años. Los ensayos de especies y procedencias representan el esfuerzo cooperativo de muchas personas e instituciones a lo largo de muchos años; por lo tanto, deben ser establecidos y manejados apropiadamente, para que todo ese esfuerzo se traduzca en resultados confiables y aplicables a los programas de mejoramiento genético y de reforestación comercial.

EL PROCESO DE SELECCION Y EVALUACION

Burley y Wood (1979) describieron un proceso teórico idealizado para la investigación sobre especies y procedencias que incluía las siguientes etapas:

- i) arboretum
- ii) eliminación de especies
- iii) evaluación de especies promisorias
- iv) comprobación de especies
- v) procedencias de todo el rango de distribución
- vi) procedencias selectas
- vii) comprobación de procedencias
- viii) plantaciones piloto
- ix) plantaciones comerciales

Sin embargo, dada la premura que existe por la obtención de resultados prácticos y la carencia de recursos, este proceso idealizado rara vez se lleva a cabo. Generalmente, una o más de estas etapas se omiten, se combinan o se traslapan. En la

última década, ha habido una tendencia hacia la simplificación de este proceso (Willan et al. 1990).

Uno de los problemas principales de los ensayos de especies es que normalmente se ha utilizado un único lote de semilla para cada especie. Este tipo de ensayos son de utilidad limitada y proporcionan poca información para fines de mejoramiento y reforestación comercial, ya que no se puede desechar una especie por el comportamiento de sólo una de sus poblaciones. Además, es posible utilizar la experiencia obtenida en otras regiones similares para suponer de antemano la posible adaptación de las especies al sitio, o utilizar información de parcelas o plantaciones existentes en el sitio de prueba. Por estas razones, la tendencia actual es iniciar el proceso de investigación directamente con la selección de procedencias.

Dentro del proceso de selección de procedencias, también se está dando una tendencia hacia la simplificación. En muchos casos, si la fase de procedencias del rango total (PRT) ha sido conducida apropiadamente y ha incluido una representación adecuada de la variación genética de la especie, no tiene mucho sentido realizar la fase de procedencias selectas (Willan et al. 1990). La mayoría de los programas de mejoramiento a nivel mundial están procediendo directamente de la fase de PRT al establecimiento de rodales o plantaciones semilleras y al inicio de programas de mejoramiento genético a nivel de selecciones individuales.

Por las razones anteriores, este documento se concentra en el proceso de evaluación y selección de procedencias únicamente.

PRUEBAS DE PROCEDENCIAS

Definiciones

Existen varios términos relacionados con procedencia, algunos de los cuales se pueden prestar a confusión, ya que no hay consenso entre los investigadores y cada quien los utiliza según su criterio. A nivel centroamericano, se recomienda la adopción de las definiciones de Styles (1979) y Burley y Wood (1979), por considerarlas más acordes con los términos populares y por lo tanto menos propensas a causar confusión. Dichos autores definen procedencia como el área geográfica y ambiental donde crecieron los árboles progenitores, dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética por selección natural y/o artificial. La población de progenitores debe tener una base genética amplia y puede ser nativa o no

nativa (introducida), en cuyo caso se hablaría de una procedencia nativa o una procedencia derivada, respectivamente. El término fuente de semilla se trata como sinónimo de procedencia. El término "origen" significa el área geográfica original (en el bosque nativo) donde crecieron los árboles progenitores, y puede coincidir o no con la procedencia. Por ejemplo, si se recolecta semilla de un rodal natural de *Cordia alliodora* en La Ceiba, Honduras para establecer una plantación en Turrialba, Costa Rica, dicha semilla se clasificaría como de origen La Ceiba, procedencia La Ceiba. Si posteriormente se recolecta semilla de la plantación establecida en Turrialba, esta se clasificaría como de origen La Ceiba, procedencia derivada Turrialba.

El término "exótico" se aplica a poblaciones que crecen fuera de su rango natural. No es conveniente utilizar este término con relación a divisiones o fronteras políticas, que generalmente guardan poca o ninguna relación con las divisiones ecológicas.

El término "raza local" se refiere a aquellas poblaciones exóticas que después de varias generaciones, se han adaptado por selección natural al ambiente específico donde fueron introducidas.

Las características ecológicas y geográficas del rango de distribución de la especie puede dar origen a formas diferentes de variación. Cuando las poblaciones crecen aisladas, tienden a formar unidades altamente adaptadas al ambiente en particular donde están creciendo, dando origen a los ecotipos. Un ecotipo es entonces el resultado de las fuerzas evolutivas que tienden a favorecer a los individuos que se ajustan mejor a las condiciones ambientales prevalecientes en el sitio, y a eliminar a aquellos individuos no aptos (Burley y Wood 1979). Por lo tanto, la variación ecotípica se refiere al genotipo total del individuo. En ocasiones, la variación puede darse en forma continua, como resultado de gradientes en altitud, precipitación, temperatura, etc. En estos casos se habla de variación clinal, es decir, cambios graduales en algunas características de la especie como respuesta a un gradiente ambiental a lo largo de su rango de distribución (Burley y Wood 1979). Una procedencia podría ser equivalente a un ecotipo o formar parte de un cline.

Un ensayo de procedencias es una plantación de varias fuentes de semilla procedentes de diferentes áreas geográficas (procedencias nativas o derivadas), establecidas de tal manera que permita una comparación estadísticamente válida entre ellas en cuanto a productividad y otras características de interés.

La importancia de la procedencia

Cuando se plantan árboles de varias procedencias en un sitio común, pueden darse grandes diferencias en comportamiento entre las procedencias para características de interés económico. En algunos casos, las diferencias pueden ser muy grandes: se ha informado de niveles de superioridad entre procedencias de 45% en altura para *Gliricidia sepium* en Nigeria (Atta-Krah 1987), de 60% en altura y 75% en diámetro entre procedencias de la misma especie en Filipinas (Willan et al. 1990) y hasta del 112% entre procedencias de *Pinus* spp. en Costa Rica (Corea et al. 1993). Por otro lado, las varias procedencias no necesariamente se comportan igual en ambientes diferentes, fenómeno común denominado interacción genotipo-ambiente. Es claro que la selección de la procedencia correcta puede significar la diferencia entre el éxito y el fracaso de una plantación, de ahí la importancia de las pruebas de procedencias antes de iniciar programas de mejoramiento genético o de reforestación a gran escala. No tendría sentido pasar años mejorando una población hasta obtener ganancias que pudieron haberse logrado desde el inicio mediante la selección de la procedencia correcta.

Objetivos de los ensayos de procedencias

Las pruebas de procedencias no son el lugar para conducir prácticas silviculturales tales como ensayos de espaciamiento, fertilización, preparación de sitio, raleos, etc., y sus objetivos principales generalmente deberían limitarse a:

- a) Identificar las procedencias más sobresalientes en términos de volumen, forma y calidad del material producido, y capacidad para producción sostenida (adaptación fisiológica al sitio).
- b) Determinar si existen interacciones genotipo-ambiente.
- c) Si las interacciones son importantes, identificar las mejores procedencias para cada sitio.
- d) Identificar las procedencias con mayor potencial para mejoramiento más avanzado y producir material de selección para construir la población de mejoramiento.
- e) Conocer los patrones de variación genética entre poblaciones de la especie.

Una vez identificadas las mejores procedencias, se pueden utilizar dichas fuentes para el establecimiento de ensayos silviculturales o de otra índole.

Obtención de semilla para las pruebas de procedencias

Básicamente hay dos maneras de obtener semilla para ensayos de procedencia: mediante la participación en redes internacionales de ensayos o a través de recolecciones locales. Para especies de distribución natural muy amplia, la obtención de semilla para ensayos de procedencias del rango completo requiere necesariamente de la cooperación internacional, ya que sería sumamente difícil para un solo proyecto o país, en términos prácticos y económicos, realizar recolecciones a lo largo de todo el rango natural de la especie.

Las recolecciones de procedencias a nivel nacional, principalmente para especies nativas, son también de gran importancia, especialmente para países como los centroamericanos, donde existe una gran variabilidad ecológica dentro de distancias muy cortas, y se pueden esperar variaciones importantes a lo largo del rango local de distribución de la especie. Este tipo de recolecciones sí están al alcance de programas locales.

Generalmente no existe suficiente información sobre los patrones de variación genética dentro de la especie, que permita planear mejor las recolecciones de semilla de procedencias. El conocer estos patrones es, incluso, uno de los objetivos de los ensayos. En la práctica, generalmente se acepta como "procedencia" un grupo de poblaciones que comparten una misma unidad ecológica. Si dentro de esta unidad se detectara una variación edáfica importante, es recomendable hacer una subdivisión adicional y tratar los lotes de cada subdivisión como procedencias diferentes.

En los ensayos de procedencias también es importante incluir razas locales o fuentes mejoradas, si existen. Existen bastantes ejemplos donde las razas locales han superado significativamente el comportamiento de cualquier otra procedencia de introducción reciente (Zobel, 1984; Valerio, 1986; Mesén, 1990; Willan et al. 1990). Una ventaja clara de esta práctica es que, si la raza local demuestra superioridad sobre las demás procedencias, como ocurre en muchos casos, se puede utilizar inmediatamente esta fuente para iniciar un proceso de producción de semilla comercial.

También se debe incluir testigos estándar, que pueden ser la fuente utilizada comercialmente o la mejor fuente disponible

(a veces será la misma raza local). El uso de los mismos testigos en todos los ensayos aumenta grandemente la eficiencia de las comparaciones entre ensayos establecidos en sitios y años diferentes.

Como regla general, un buen ensayo siempre debería incluir: i) procedencias de la zona ecológica que más se asemeje al sitio de introducción, ii) procedencias del área donde la especie alcanza su mejor desarrollo, y iii) procedencias que se extiendan hacia extremos importantes del rango de distribución, por ejemplo, ecotipos creciendo en áreas más secas, más infértiles, etc. que el promedio para la especie (Edwards y Howell 1962). Estas últimas son importantes porque pueden poseer características adaptativas de gran potencial para ciertos ambientes en particular (Turnbull 1975; Palmberg 1985; Willan et al. 1990)

Consideraciones importantes en la recolección de semilla para los ensayos de procedencias

Una consideración fundamental en las recolecciones de procedencias es la constitución genética del material. Semilla de sólo uno o pocos árboles no es representativa de la población total, y debe evitarse. Para la mayoría de las especies tropicales no existen estudios detallados sobre los sistemas de cruzamiento y variabilidad genética dentro de las poblaciones, que permitan tomar decisiones precisas sobre el número de árboles a muestrear y el distanciamiento óptimo entre árboles, a fin de evitar consanguinidad y obtener una muestra genéticamente representativa. Como regla general se sugiere recolectar de un mínimo de 30 árboles, separados a un distanciamiento tal que permita incorporar el mayor rango posible de genes y que reduzca al máximo la posibilidad de incluir individuos emparentados. Una distancia mínima entre árboles de 100 metros se considera aceptable. En esta etapa, la selección de árboles no debe ser muy rigurosa. Las recolecciones pueden hacerse de forma sistemática o aleatoria, evitando únicamente árboles enfermos, de muy mala forma o que tengan muy poca semilla. La selección de únicamente individuos sobresalientes puede llevar a una reducción en la variabilidad genética que no necesariamente será benéfica a este nivel, donde lo que se busca es evaluar la variabilidad y el potencial de la procedencia como tal.

Para los lotes de semilla de procedencias es vital suministrar información completa sobre la ubicación y características climáticas y edáficas del área de recolección de la semilla. Asimismo, se debe indicar el número, espaciamiento y características de los árboles madre incluidos

en la muestra. Es inaceptable que aún se manejen lotes de semilla cuya única identificación es el país de origen. Se debe recordar que semilla sin información no tiene ninguna utilidad en un ensayo.

En las recolecciones de procedencia, la semilla no se mantiene separada por árbol madre, sino que esta se mezcla de forma tal que cada árbol seleccionado esté representado por igual en la muestra de la procedencia (i.e. cada árbol madre produzca el mismo número de plántulas). Idealmente, la representación de cada árbol debería decidirse con base en pruebas individuales de germinación, aunque esto raramente es posible. Al menos, la muestra debería contener igual número de semillas de cada árbol.

La fase de vivero

Las labores de producción de plantas en vivero para los ensayos de procedencias deben seguir básicamente los procedimientos rutinarios normales para la especie en cuestión. Sin embargo, hay tres aspectos que deben considerarse en el caso del material para los ensayos, que normalmente no aplican en el caso de la producción comercial: i) las plántulas de todas las procedencias deben estar sometidas a las mismas condiciones ambientales, para no perjudicar el comportamiento de algunas de ellas. Esto puede lograrse utilizando un diseño experimental en el vivero, pero normalmente basta con asegurarse que las condiciones ambientales sean las mismas para todas las procedencias; ii) se deben tomar todas las medidas necesarias para evitar la mezcla de materiales o confusiones entre lotes, lo cual sería fatal para el desarrollo del experimento, y iii) no se debe realizar selección de la semilla por tamaño (tamizado), ya que de esta manera se puede perder material e información genética valiosa: el tamaño de la semilla es en alto grado una característica maternal, de modo que se podrían eliminar familias completas si se adopta esta práctica (Barnes y Gibson 1984).

Se deben producir suficiente plantas por procedencia considerando las pérdidas en el vivero y en el campo. Si sobra material después de establecer el ensayo y realizar los replantes, este puede establecerse en parcelas individuales identificadas por procedencia. Este tipo de plantaciones son de gran utilidad para selecciones posteriores e incluso para su conversión eventual en plantaciones semilleras de procedencias superiores, una vez que los ensayos proporcionen información confiable sobre las mejores fuentes.

Selección de sitios

Una localidad donde se llevará a cabo la reforestación raramente es tan uniforme como para que un solo experimento proporcione resultados aplicables al área entera. Esto es mucho más crítico cuando se trabaja a nivel de países o regiones. Idealmente, el área potencial de plantación se debería dividir de acuerdo a características ecológicas (clima, suelo, factores bióticos), y establecer repeticiones completas del ensayo en cada subdivisión para poder estimar los efectos de la interacción procedencia-ambiente. Se debe tener cuidado de no seleccionar micrositos atípicos que proporcionen resultados de poca utilidad para el área global de plantación. Asimismo, la selección de sitios no debe basarse únicamente en criterios como facilidad de establecimiento, mantenimiento y monitoreo, por ejemplo, por estar cerca a la sede. **Si los sitios no son representativos de una zona de plantación actual o potencial, los ensayos tienen poca utilidad.**

Diseño experimental

El objetivo básico de los diseños experimentales es proveer un estimado preciso de las diferencias genéticas entre las procedencias, tratando de minimizar los efectos de la variación ambiental dentro del sitio experimental (ej. variaciones en drenaje, fertilidad, etc.). Un buen diseño es aquel en el cual el error experimental (la parte de la variación debida a causas desconocidas) es mínimo (Matheson 1990).

Importancia del diseño experimental

Si se obtiene semilla de cinco procedencias, podríamos decidir realizar una plantación de cada procedencia para seleccionar la mejor, como se muestra en la figura 1.

Procedencias

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

Fig. 1. Plantación de cinco procedencias en un solo bloque.

Cuando se evalúe el experimento, sin embargo, no será posible decir si la mejor procedencia fue mejor debido a su superioridad genética o debido a alguna influencia ambiental dentro del sitio (por ejemplo, porque existía un gradiente de fertilidad, drenaje, etc., a lo largo de las parcelas). Es decir, el experimento no permitió separar los efectos genéticos de los efectos ambientales, de manera que no se pueden hacer conclusiones sobre el potencial de las procedencias en otros sitios diferentes.

Es claro que para poder evaluar el potencial genético de las procedencias, es necesario tomar en cuenta la variación ambiental dentro del sitio, de manera que todas las procedencias tengan la posibilidad de crecer en toda la gama de condiciones diferentes presentes dentro del sitio experimental.

Existe una serie de diseños disponibles a los forestales, y el uso de uno u otro deberá decidirse de acuerdo a la naturaleza del ensayo y sus objetivos. En algunos casos, además de la evaluación de procedencias, los ensayos también cumplirán otros objetivos, tales como conservación de genes y/o producción de semilla. Independientemente del diseño utilizado, existen dos condiciones generales que se deben cumplir en todos los casos:

- i) **aleatorización** - las procedencias se deben ubicar dentro de los bloques o las repeticiones en forma aleatoria, y
- ii) **repetición** - las parcelas de cada procedencia deben estar repetidas varias veces dentro del sitio experimental, para evitar los problemas mencionados anteriormente.

Diseño completamente al azar

En este diseño, las parcelas con las varias procedencias se distribuyen aleatoriamente dentro del sitio. Este diseño es útil cuando la variación ambiental dentro del sitio es mínima. Sin embargo, aún dentro de cámaras de ambiente controlado existen diferencias ambientales, más aún en los sitios heterogéneos que normalmente están disponibles para ensayos forestales. Por esta razón, este diseño no es muy útil para ensayos de procedencias.

Diseño de cuadrado latino

El diseño de cuadrado latino tiene la ventaja de que permite utilizar sitios que presentan variación ambiental en dos sentidos. En este diseño, los tratamientos se ubican en filas y columnas, y cada tratamiento aparece una vez en cada columna y en cada fila, como se muestra en la figura 2.

		Columnas				
		1	2	3	4	5
Filas	1	1	2	5	3	4
	2	4	1	3	2	5
	3	2	3	4	5	1
	4	3	5	1	4	2
	5	5	4	2	1	3

Fig. 2. *Diseño de cuadrado latino con cinco procedencias*

Los cuadrados latino raramente se utilizan en experimentos forestales, porque existen otros diseños igualmente eficientes y que requieren menos terreno (Matheson 1990).

Diseño de bloques completos al azar (BCA)

Este diseño es el más utilizado en experimentos forestales, ya que es fácil de establecer y analizar, aún con una calculadora de oficina, y es estadísticamente robusto. En el diseño de BCA, las parcelas de procedencias se ubican aleatoriamente dentro de varios bloques, de manera que cada bloque contiene una representación de todas las procedencias (Fig. 3).

		Bloques				
		1	2	3	4	5
Gradiente	4	4	2	5	3	4
	5	5	1	3	2	2
	2	2	3	4	1	5
	3	3	5	1	5	1
	1	1	4	2	4	3

Fig. 3. *Diseño de bloques completos al azar con cinco procedencias en cinco bloques.*

Frecuentemente, la variación ambiental dentro del sitio toma la forma de gradientes ambientales, por ejemplo de pendiente. En estos casos, los bloques deben ubicarse perpendicularmente a la gradiente. Cuando la variación se da en parches, por ejemplo áreas que varían en fertilidad, drenaje, etc., los bloques se deberían ubicar de tal manera que cada una de estas áreas contengan un bloque completo, aunque en la práctica esto puede ser difícil de realizar con precisión.

Se busca uniformidad **dentro** de las parcelas y de los bloques. La uniformidad **entre** bloques no tiene importancia, y si es necesario, los bloques pueden plantarse separadamente a fin de evitar situaciones atípicas tales como áreas pantanosas o rocosas, zanjas, caminos antiguos, etc. Sin embargo, se debe procurar que el experimento sea tan compacto como sea posible.

El diseño de BCA tiene la desventaja de que cuando el número de procedencias bajo evaluación es muy alto, se vuelve difícil mantener la homogeneidad dentro del bloque. En estos casos se debe utilizar otro tipo de diseño, especialmente cuando el sitio experimental es muy heterogéneo (Matheson 1990).

Bloques incompletos al azar (BIA)

Los BIA son una buena alternativa cuando el número de tratamientos es muy alto, aunque también pueden utilizarse para pocos tratamientos. En este diseño, cada bloque contiene menos tratamientos que el número total de tratamientos bajo evaluación (Fig. 4). En este caso, los bloques incompletos no pueden agruparse para formar repeticiones completas, por lo

cual las opciones para el análisis son muy limitadas (Matheson 1990).

		Bloques							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Gradiente	1	1	2	5	4	7	8	2	7
	3	3	4	2	5	8	6	8	6
	7	7	6	1	2	3	7	1	5
	8	8	5	3	6	1	4	3	4

Fig. 4. *Diseño de bloques incompletos al azar con ocho procedencias en ocho bloques con cuatro repeticiones.*

Látices

Los látices son un tipo de diseño de bloques incompletos mucho más útil para experimentos forestales, que permite la evaluación de un gran número de tratamientos y relativamente pocas repeticiones (Matheson 1990). En este caso, los bloques incompletos pueden agruparse para formar repeticiones completas de todos los tratamientos bajo evaluación (Fig. 5). Los látices hacen un uso óptimo de áreas pequeñas, ya que ocupan menos área que otros diseños, sin perjudicar la precisión del análisis. El análisis de los látices es más sencillo cuando el diseño está balanceado; para látices cuadrados, el número de procedencias debe ser un cuadrado perfecto (eg. k^2 : 9, 16, 25, etc.), y el balance se logra utilizando $k + 1$ repeticiones.

	Rep. 1			Rep. 2			Rep. 3			Rep. 4		
Bloque 1	1	2	3	1	4	7	1	5	9	1	8	6
Bloque 2	4	5	6	2	5	8	7	2	6	4	2	9
Bloque 3	7	8	9	3	6	9	4	8	3	7	5	3

Fig. 5. *Látice balanceado con 9 procedencias y cuatro repeticiones (Cochran y Cox 1957).*

Espaciamiento, forma y tamaño de parcela

Las parcelas con distribución en cuadro son las más usuales, con distancias entre árboles que van desde 1 a 4

metros, dependiendo de la especie y los objetivos. Para especies maderables los espaciamientos más utilizados son 2,5 x 2,5 y 3,0 x 3,0 metros. Como regla general, se debe seguir las normas comerciales de espaciamiento, ya que esto aumenta la aplicabilidad de los resultados.

El utilizar espaciamientos menores permite utilizar menos terreno, lograr mayor uniformidad ambiental dentro de las parcelas y los bloques, reducir los costos de mantenimiento y estimar la habilidad competitiva de las procedencias a una edad temprana. Las desventajas son que los raleos son necesarios a menor edad cuando el potencial de las procedencias tal vez no se ha expresado completamente, se reduce la capacidad del ensayo desde el punto de vista de conservación de genotipos y, si las parcelas están en líneas, se pueden tomar decisiones erróneas sobre procedencias de lento crecimiento inicial.

El diseño compacto es más económico en términos de terreno y plantas de borde que los diseños de forma irregular, y deberá preferirse cuando las condiciones del terreno lo permitan. Lo mismo aplica para la forma de las parcelas individuales; es preferible una parcela de 6x6 que una de 4x9 árboles.

La tendencia en ensayos de procedencias es favorecer un mayor número de bloques a cambio de parcelas más pequeñas. En un diseño de BCA, por ejemplo, es preferible siete bloques y parcelas de 36 árboles que cuatro bloques y parcelas de 64 árboles. El tamaño de parcela más recomendado es de 6x6 árboles, en la cual se evalúan los 16 árboles centrales. Parcelas de un solo árbol no se consideran apropiadas debido a que la competencia puede favorecer las procedencias de crecimiento inicial rápido, que no necesariamente serán las mejores al final del turno. Se han utilizado parcelas de 3x3 y hasta de 10x10 árboles, pero la de 36 representa el mejor equilibrio entre economía de recursos, validez estadística y cumplimiento de los objetivos del ensayo.

Manejo del ensayo

Generalmente hay discusiones acerca del tipo de manejo que se debe brindar a los ensayos. Algunos argumentan que el experimento debería someterse a un sistema de manejo mínimo, dado que por lo general ese será el utilizado posteriormente en plantaciones comerciales. Sin embargo, los ensayos de procedencias no son el lugar para probar la capacidad de los árboles de sobrevivir a condiciones de preparación deficiente de sitio o ante total infestación de malezas; se considera que el manejo debe ser tan completo como sea posible para asegurar la máxima sobrevivencia posible del material. No tiene sentido

utilizar tiempo y recursos para adquirir la semilla, producir las plántulas y establecer el ensayo para luego perder los árboles antes de que puedan expresar su potencial genético. Posteriormente se pueden diseñar ensayos silviculturales y de validación utilizando las mejores procedencias para estudiar sistemas más económicos de establecimiento, respuesta a diferentes tratamientos de control de malezas, etc., acorde con las prácticas normales.

Por otro lado, no se debe confundir manejo completo con manejo irreal. Es común observar ensayos que, con el afán de que luzcan bien, son sometidos a prácticas exageradas tales como limpiezas constantes y fertilizaciones excesivas, que enmascaran el potencial real de las procedencias y llevan a interpretaciones engañosas. La tendencia es favorecer la sobrevivencia del material y su expresión genética sin recurrir a prácticas extremas que se salgan del patrón lógico de manejo de una plantación comercial. En este aspecto, la palabra clave es representatividad.

Documentación

Todas las etapas en la vida de un experimento deben ser documentadas meticulosamente. La carpeta de un experimento debería contener como mínimo: a) una descripción general del ensayo, que incluya información sobre los lotes de semilla, los objetivos del experimento, los sitios experimentales, los mapas del experimento y prescripciones para el manejo y análisis del ensayo; b) formularios de historia del ensayo, donde se anotan todas las actividades realizadas a partir del recibo de la semilla, tratamientos en vivero, establecimiento en el campo, etc. y c) formularios de evaluaciones a nivel de semilla, vivero y campo. Se debe tener presente que la vida de un ensayo generalmente se extiende más allá de la permanencia del personal que lo inició, de manera que la documentación debe ser suficientemente clara para permitir el análisis y utilización de los resultados por parte del personal que continúe los programas. También es aconsejable mantener un duplicado del archivo en otro lugar separado; perder la única copia del mapa experimental por razones de incendio, etc. tendrá el mismo efecto que perder el ensayo mismo por incendio.

Evaluaciones

Existen tres fases en la vida de un ensayo: semilla, vivero y campo, que son bastantes diferentes para fines de evaluación. Con las dos primeras se busca encontrar características que puedan estar correlacionadas con algún

rasgo de importancia económica en el árbol adulto. Hasta la fecha, sin embargo, no ha sido posible prescindir de la etapa de campo, y es en esta donde se pone el mayor esfuerzo. Las evaluaciones pueden continuar por muchos años, al menos hasta la mitad del turno de rotación para la especie. Diferentes especies, objetivos y edades del ensayo afectan el tipo y la intensidad de las evaluaciones.

Las características que se pueden evaluar en un ensayo se ubican dentro de seis categorías diferentes:

- a) características del fuste, que incluye altura, diámetro a la altura del pecho (dap), rectitud, bifurcaciones y algunas otras características como grosor de la corteza, circularidad y grano espiral.
- b) características de las ramas, que incluyen diámetro, ángulo de inserción, número y distribución.
- c) características de la copa, tales como diámetro, forma, simetría y profundidad.
- d) características reproductivas, tales como floración y fructificación.
- e) características de la madera, como densidad básica y dimensiones de las fibras.
- f) otras características, como sobrevivencia (que se obtiene normalmente a partir de las mediciones de altura o dap), producción de resinas, efectos de la sequía, viento u otros factores ambientales, resistencia al ataque de insectos, enfermedades y animales mayores, etc.

Para especies maderables, las características del fuste son de primordial importancia, ya que pueden cambiar las decisiones acerca de la escogencia de una u otra procedencia. En especies destinadas a la producción de madera de aserrío, por ejemplo, una procedencia de alta producción de volumen pero con un alto porcentaje de árboles torcidos y bifurcados podría desecharse a cambio de una menos productiva pero de forma excelente.

El propósito de las evaluaciones es describir eficientemente la variación en rasgos de importancia económica que presenta el árbol, que permitan una selección de los mejores individuos y poblaciones, y dichos rasgos variarán de acuerdo con el producto esperado.

Considerando todas las características mencionadas y otras posibles, y que cada característica difiere en importancia con la edad del árbol, el conjunto de posibles mediciones a lo largo de la vida de un ensayo es enorme. El presupuesto y personal disponible son generalmente limitados, de ahí la importancia de realizar unas pocas evaluaciones oportunas de las características de mayor importancia económica, que proporcionen información realmente relevante. No tiene sentido gastar recursos en evaluaciones que al final no tengan utilidad práctica o que proporcionen datos que no puedan ser analizados.

Análisis

El análisis de la información de un ensayo debería realizarse tan pronto como se colecten los datos, no sólo para evitar la acumulación de trabajo estadístico, sino también porque los resultados pueden sugerir cambios en el manejo del ensayo o el uso inmediato de los resultados. Muchos de estos análisis pueden ser complejos si no se dispone de facilidades de cómputo, pero siempre es posible realizar algunos análisis sencillos, tales como la obtención de las medias, desviaciones estándar y, si es posible, análisis de varianza y de comparaciones entre medias. Lo que se busca es determinar y explicar de manera eficiente las diferencias entre procedencias.

Análisis de interacciones genotipo-ambiente (IGA):

Cuando un experimento se repite en varios sitios, en varios años o bajo tratamientos culturales diferentes, es posible estimar la magnitud de la interacción entre las procedencias y el ambiente. Una interacción se da cuando el sitio no afecta todas las procedencias de la misma manera. Esta interacción implica que el comportamiento relativo de las procedencias difiere en ambientes diferentes, y que la mejor procedencia en un sitio puede no ser la mejor en otros. Este análisis es importante para decidir la estrategia de mejoramiento a seguir con una especie.

Uso de los resultados

Una vez identificadas las procedencias superiores, se usa la información de la siguiente manera:

- a) Se puede recomendar áreas apropiadas para recolectar semilla para su uso operacional en zonas específicas.

- b) Se puede recomendar áreas (procedencias) para establecer rodales semilleros para su uso en zonas específicas.
- c) Se puede establecer plantaciones semilleras de la mejor procedencia para cada zona.
- d) En la selección de árboles plus, frecuentemente es conveniente poner más énfasis en la selección dentro de las mejores procedencias.

En resumen, la información sirve para planear de una mejor manera tanto las estrategias de mejoramiento a seguir para cada especie como los programas de reforestación comercial inmediatos y futuros.

REFERENCIAS

- Atta-Krah, A.N. (1987). Research on *Gliricidia* germplasm evaluation and improvement in West Africa. In *Gliricidia sepium* (Jack.) Walp.: management and improvement (Withington, N.; Glover, N. y Brewbaker, J. Eds.). Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) Special Publication 87-01, pp. 146-161.
- Barnes, R.D.; Gibson, G.L. 1984. Experimental design, management and selection traits in provenance trials of tropical pines. Presented at joint meeting of IUFRO Working Parties on provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Mutare, Zimbabwe, April 1984.
- Burley, J.; Wood, P.J. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Commonwealth Forestry Institute, Oxford. *Tropical Forestry Papers* No. 10 & 10A. 297 p.
- Commonwealth Forestry Institute. 1984. Field assessment in tropical trees. Presented at joint meeting of IUFRO Working Parties on provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Mutare, Zimbabwe, April 1984.
- Forest Research Centre. 1984. Layout and establishment. Presented at joint meeting of IUFRO Working Parties on provenance and genetic improvement strategies in tropical forest trees. Mutare, Zimbabwe, April 1984.

- Matheson, A.C. (1990). Designing experiments for MPT genotype evaluations. In *Tree Improvement of Multipurpose Species* (Glover, N. y Adams, N., Eds.). Multipurpose Tree Species Network Technical Series, Vol. 2. pp. 55-66.
- Mesén, F. 1990. Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica. CATIE, Turrialba, Costa Rica. *Serie Técnica, Informe técnico No. 156.* 40 p.
- Styles, B.T. 1979. La población base. In Burley, J. y Wood, P.J. (1979). *Manual Sobre Investigaciones de Especies y Procedencias con Referencia Especial a Los Trópicos.* Commonwealth Forestry Institute, Tropical Forestry Paper No. 10 @ 10A, Department of Forestry, Commonwealth Forestry Institute, University of Oxford, pp. 15-48.
- Valerio, J. 1986. Evaluación de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE. 92 p.
- Willan, R.L.; Hughes, C.E.; Lauridsen, E.B. (1990). Seed collection for tree improvement. In *Tree Improvement of Multipurpose Species* (Glover, N. y Adams, N., Eds.). Multipurpose Tree Species Network Technical Series, Vol. 2. pp. 11-37.
- Zobel, B.; Talbert, J. 1984. *Applied forest tree improvement.* John Wiley and Sons, New York, USA, 505 p.

**// SELECCION, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE UNA FUENTE
SEMILLERA DE *Pinus patula* spp, *tecummanii*, EN
NICARAGUA**

Lars Ravensbeck
Centro Mejoramiento Genético y
Banco de Semillas Forestales
IRENA-DANIDA, Nicaragua

1. INTRODUCCION

Antecedentes del CMG&BSF y la relación con el Servicio Forestal Nacional

El Banco de Semillas Forestales de Nicaragua inició operaciones en 1983 dentro del marco institucional del Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente, IRENA, y con el apoyo financiero y la asesoría de la Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional, DANIDA. Las actividades se concentraron en la primera fase; en la recolección y venta de semillas de especies latifoliadas del bosque seco y de pinos.

En 1991, el Banco de Semillas Forestales fue transformado al Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales CMG&BSF. El CMG&BSF tiene cierta autonomía con los aspectos económicos y administrativos pero mantiene su vínculo con el ahora Ministerio del Ambiente y Recursos Naturales, MARENA. Dentro del Ministerio, el CMG&BSF está ubicado como una entidad en el Servicio Forestal Nacional, en relación directa con la dirección de éste. El CMG&BSF tiene una junta directiva compuesta así: El Ministro de MARENA, el director del Servicio Forestal Nacional, un representante de la Universidad Nacional Agraria y el director del CMG&BSF.

Objetivos Generales del CMG&BSF

El CMG&BSF tiene dos objetivos principales:

- 1) Procurar suficiente semilla forestal de alta calidad genética y fisiológica para la reforestación en Nicaragua y para la exportación.
- 2) Dirigir y Coordinar las actividades relacionadas con el mejoramiento genético y la conservación de los recursos forestales más importantes en Nicaragua.

Para cumplir con estos objetivos, el CMG&BSF tiene una organización que separa las actividades comerciales (1) y las

investigaciones (2). Para esta última, existe la Sección de Mejoramiento Genético.

2. IMPORTANCIA DE LA FUENTE SEMILLERA DE *Pinus patula* spp., *tecumanii* DE YUCUL, NICARAGUA EN EL CONTEXTO NACIONAL E INTERNACIONAL

El interés por los pinos centroamericanos sobre todo *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, como especies industriales, creció en los años 50 y 60. Esto condujo a la realización de una serie de ensayos de procedencia de las especies *caribaea* y *ocarpa* dirigido por el Instituto Forestal de Oxford (OFI). Al principio de los años 70, se realizaron las recolecciones y se establecieron los ensayos.

En la serie de *P. oocarpa* se incluyeron varias procedencias de *patula* spp. *tecunumanii*. Estas habían sido distribuidas como *P. oocarpa*, pero cada vez era más evidente de que se trataba de dos diferentes especies. Al principio de los 80, se determinó que éstas y muchas otras procedencias no incluidas en las recolecciones pertenecían al taxon *Pinus patula* spp. *tecunumanii*.

Un total de 40 procedencias de *P. oocarpa* y 6 de *P. patula* spp. *tucunumanii* fueron recolectadas, y los ensayos fueron establecidos en 35 países. Muchos resultados han sido publicados individualmente. Para poder sacar el mejor provecho de los ensayos, el Instituto Forestal de Oxford, realizó en los años 1979-82 una evaluación estandarizada y coordinada en 16 ensayos seleccionados (cubriendo todo tipo de suelo y clima representado).

Los resultados de los ensayos muestran claramente la superioridad de *P. patula* spp. *tucunumanii* al *P. oocarpa* tanto en productividad como en forma del fuste. La procedencia de Yúcul fue sobresaliente sobre todo en producción de volumen seguido por las demás procedencias de esta especie. En cuanto a forma, solamente fue superado por otra procedencia nicaragüense de *P. patula* spp. *tucunumanii*, San Rafael del Norte.

Existe cada vez más interés en el potencial de *P. patula* spp. *tucunumanii* a nivel mundial, y los ensayos han mostrado el gran valor de la procedencia de Yúcul. También en Nicaragua se considera que habrá interés por *P. patula* spp. *tucunumanii* a nivel de plantaciones comerciales. Está conducido al establecimiento de un programa de conservación de la valiosa procedencia de Yúcul.

3. CONSERVACION DE LA PROCEDENCIA O FUENTE SEMILLERA DE *Pinus patula* spp. *tucumanii* DE YUCUL

Localización y Descripción general de la fuente semillera

Los rodales de *patula* spp. *tucumanii* de Yúcul se encuentran entre las procedencias más australes de este taxon en Centro América (lat/long 12°55' y 85°47'). El pino crece en rodales puros o entre especies latifoliadas tales como *Liquidambar styraciflus* y *Quercus* spp. a una altitud de 800-1300 m.s.n.m. En esta área no existe otra especie de pino. La precipitación anual estimada es de 1900 mm, con una duración de 3 a 4 meses de la estación seca.

En el pasado, el bosque de pino ha sido explotado en varias ocasiones. En 1988-89 una compañía estatal aprovechaba los recursos forestales. Por otro lado, los incendios han dañado los rodales existentes. A ésto, hay que agregar los nuevos poblados que nacieron especialmente después de terminar el conflicto bélico.

En 1990, un área de 4,826 ha alrededor de Yúcul fue declarada reserva genética forestal por medio de un decreto presidencial, de las cuáles aproximadamente 690 ha están cubiertas de pino con una densidad variante.

El programa de conservacion "in situ" en Yúcul fue iniciado por el CMG&BSF a finales de 1989. Se estableció una estación de campo y se inició la realización del mapeo y un inventario en el área. Hasta ahora, las actividades se han concentrado en un área de 340ha administradas por el CMG&BSF. El resto del área está dividido entre pequeños propietarios, en la cual se planifica realizar un trabajo extensivo de conservación.

El inventario de 1991 muestra que sólo unas 140ha de las 240 ha están cubiertas de pino. El resto del área está cubierta por latifoliadas, sin cobertura forestal, dedicado a la agricultura, etc. También refleja que solamente una pequeña fracción aproximadamente de 10 ha, está compuesta de rodales mayores de 30 años o más con un volumen de 50m³/ha o menos. Por otro lado, los rodales jóvenes en general están relativamente densos. Un buen porcentaje lo componen plantaciones recientemente establecidas, alrededor de 40ha.

Ahora se está actualizando el mapeo y el inventario para poder terminar la elaboración del plan de manejo.

Objetivos del Plan de Manejo

La estrategia de conservación "in situ" del pino en Yúcul se basa en el desarrollo de un equilibrio entre la conservación y el aprovechamiento racional del recurso forestal. Una conservación "in situ" convencional y completa es muy costosa y además la presión demográfica obliga a buscar un manejo que también traiga beneficios económicos y sociales, aparte de su elemento de conservación.

Los objetivos del plan de manejo de Yúcul son los siguientes:

- 1) Conservación de la variabilidad genética de la procedencia de Yúcul.
- 2) Procurar semilla de *Pinus patula* spp. *tecunumanii* para venta nacional e internacional.
- 3) Establecer un manejo de rendimiento sostenible que sea económicamente rentable y traiga beneficios a la población local.
- 4) Demostrar y difundir las experiencias del manejo de rendimiento sostenible.

Descripción del Plan de Manejo Integral y de Conservación de la fuente semillera

Con base en el inventario y la identificación de rodales, se han definido las siguientes zonas principales en el área:

1. Area para manejo integral del pino	181.73 ha
2. Area para manejo de latifoliadas parcialmente asociada con pino	68.70 ha
3. Area de conservación	83.42 ha
Red de caminos	3.37 ha
Area Total	337.22 ha

Cabe mencionar que dentro de las tres zonas existen áreas consideradas sin cobertura forestal o con muy poca. Gran parte de éstas serán sujetas a reforestación artificial con *P. patula* spp. *tecunumanii* en los próximos años.

El área para manejo de pino será manejada bajo los principios de rendimiento sostenible. Para este fin, se ha elaborado una tabla de rendimiento propio para Yúcul, que permite calcular el incremento y el aprovechamiento para los próximos años. En esta zona también se establecieron los rodales semilleros.

En la zona 2, se llevará a cabo un manejo de las diferentes especies latifoliadas en su mayoría *Quercus* spp., y el de pino, de manera que se mantenga un equilibrio de la cantidad de latifoliadas y pino.

Los objetivos en la zona 3 son conservación de la variabilidad genética de *Pinus patula* spp. *tucunumanii* y conservación del suelo por la pendiente inclusive protección de las quebradas. En esta zona no se realizaron aprovechamientos pero algunos tratamientos silviculturales son necesarios, sobre todo protección contra incendios. A largo plazo, será necesario eliminar especies invasoras que tienden a desplazar el pino. Se considera que el área de 83.42 ha de conservación "in situ" junto con el resto del bosque de pino dentro y fuera del área manejada por el CMG&BSF, brinda plena seguridad de conservar toda la variabilidad genética existente.

Aunque los cálculos económicos muestran que el manejo del pino en plantación o en bosque natural es rentable, el manejo del bosque en Yúcul necesita apoyo económico todavía por un tiempo, a causa de la distribución de edades y la necesidad de repoblar las áreas sin cobertura boscosa.

4. LOS RODALES SEMILLEROS SELECCIONADOS

Criterios para el establecimiento de los rodales semilleros

El plan de manejo contempla el establecimiento de rodales semilleros. Los objetivos de éstos son:

- 1) Aumentar la producción de semillas en un área determinada.
- 2) Minimizar los costos de recolección y supervisión.
- 3) Producir cierta mejora genética.

Para la selección de los rodales semilleros se han establecido varios criterios:

- Ubicación: Primeramente, tienen que ser áreas de fácil acceso dentro de las 340 ha donde ejerce control el CMG&BSF.
- Edad: Idealmente, se debe iniciar el establecimiento de un rodal semillero desde temprana edad. Sin embargo, para obtener beneficios a corto y mediano plazo se han seleccionado rodales de la edad de 14 a 17 años, suficientemente jóvenes para crecer rápido y formar copas grandes después de los raleos fuertes, y suficientemente viejos para producir semilla en cantidades considerables en pocos años.

- Densidad: Para realizar una selección de individuos dentro de los rodales, es preciso buscar rodales densos con muchos árboles por hectárea. Sin embargo, se ha evitado los rodales más densos, donde los árboles tienen copas muy reducidas.
- La calidad fenotípica: No se sabe se existen diferencias genéticas entre varios rodales del pino en Yúcul. Diferencias de altitud y condiciones de suelo puede causar cierta selección. Sin embargo, el polen puede desplazarse por grandes distancias y asegura un libre intercambio de genes. Por eso, se puede considerar Yúcul como una sólo procedencia. Para la selección de rodales semilleros se ha buscado rodales con mayor número de árboles con características deseadas. El crecimiento es difícil de evaluar, pero se ha evitado rodales con poco crecimiento y vigor. Las propiedades de calidad son más fáciles de evaluar y la heredabilidad normalmente es más alta. Se ha tomado en cuenta bifurcaciones, forma de fuste, ángulo y grosor de ramas. La existencia de bifurcaciones ha resultado ser muy poca y sin diferencias importantes entre rodales. El grosor de ramas depende mucho de la densidad del rodal. En cambio, forma de fuste y ángulo de ramas han mostrado ser útiles para la evaluación fenotípica y se han registrado diferencias entre rodales. Por esta razón ha sido uno de los principales factores para la selección de los rodales semilleros.
- Area: Se ha decidido establecer un mínimo de 10 ha de rodales semilleros. Es importante que un rodal semillero establecido a raíz de un bosque natural sea grande para asegurar una base genética amplia, dado que árboles cercanos muy probablemente también son emparentados.
- Aislamiento: El aislamiento de los rodales semilleros seleccionados - para evitar que la mejora genética obtenida a través de los raleos no se disminuya - es un problema serio en realidad sin solución- Esto se debe a la ubicación dentro de un área con casi 700 ha de pino y la consiguiente abundancia de polen en el aire en el tiempo de floración.

Manejo de los rodales semilleros seleccionados

El manejo de los rodales semilleros consiste fundamentalmente en protección contra incendios y raleos.

Los rodales preseleccionados tienen una densidad 600 a 1000 árboles por hectárea. El número de árboles tiene que reducirse a aproximadamente 150 por hectárea. La reducción se piensa realizar a través de dos o tres raleos (en algunos casos será necesario realizar cuatro raleos), espaciados con dos a tres años.

Fertilización de los rodales semilleros seleccionados para aumentar la producción de semillas es una opción, pero no está planificado por el momento, dado que la demanda de semilla en los últimos años ha sido bastante modesta.

Producción y rendimiento esperados

No existe ninguna información sobre la producción de semillas en rodales semilleros naturales de *P. patula* spp. *tucunumanii* en Nicaragua. En áreas donde éste ha sido plantado como exótico se tiene ya experiencia de este tipo, pero por lo general el *P. patula* spp. *tecunumanii* produce muy poco en estas áreas. En cambio, es evidente que el pino en Yúcul produce cantidades considerables de conos, no obstante con mucha variación de año a año. Se estima que un rodal semillero puede producir alrededor de 10 kg de semilla por hectárea y año. Esto se basa en experiencias propias de las recolecciones de Yúcul. De un árbol promedio se saca alrededor de 100 g en un buen año (árboles de abundante cosecha hasta 200-500 g).

La mejora genética estimada

La ganancia genética esperada en los rodales semilleros se calcula de la siguiente forma:

$$G = S \times h^2$$

donde:

G = Ganancia
 S = diferencial de Selección
 h² = La heredabilidad

S se puede expresar en términos de la desviación estándar fenotípica de la población (σ_p)i

$$S = i \sigma_p$$

donde:

i = la identidad de selección; se puede obtener de una tabla o curva calculada con base en la proporción seleccionada de diferentes tamaños.

Podemos entonces estimar de forma prudente y optimista el rango de la ganancia de productividad.

La heredabilidad para árboles individuales generalmente es bajo. Podemos usar $h^2 = 0.1$ y $h^2 = 0.015$ como los extremos.

La proporción seleccionada en el caso de los rodales preseleccionados en Yúcul es de 15% a 25% (150/1000 y 150/600). Sin embargo, por razones de distribución no todos los mejores 150 árboles por hectárea se pueden dejar, por lo tanto se aumentan las proporciones. Podemos estimar 20% y 30% como cifras optimista y procedente respectivamente. Esto nos da:

$$i = 1.4 \text{ y } i = 1.18$$

La desviación estándar fenotípica se puede expresar como un porcentaje del promedio. Podemos estimar 20% y 25% como las cifras prudente y optimista.

Presentamos aquí la ganancia esperada en producción de forma prudente y optimista.

Prudente

Optimista

$$G = 0.1 \times 1.18 \times 20\% = \underline{2.36\%} \quad G = 0.15 \times 1.4 \times 25\% = \underline{5.25\%}$$

Pero esto solamente vale para rodales semilleros sin contaminación de polen de afuera. En Yúcul, estas condiciones no existen. Podemos estimar que desde la mitad hasta dos tercios del polen vienen de afuera. Esto cambia los cálculos:

Prudente

$$G = \frac{1}{3} \times 2.36\% + \frac{2}{3} \times \frac{2.36\%}{2} = 1.57\%$$

Optimista

$$G = \frac{1}{2} \times 5.25\% + \frac{1}{2} \times \frac{5.25\%}{2} = 3.94\%$$

Se puede esperar una ganancia en el rango de 1.6 - 3.9%.

Estos cálculos no son muy exactos por falta de datos, pero lo importante es que muestran que la ganancia genética en cuanto a producción será muy modesta. En materia de caracteres de

calidad como la forma de fuste, generalmente existen heredabilidades más altas. Pero en Yúcul, la forma por lo general es bastante buena, lo que nos da una desviación estándar fenotípica más pequeña.

Cabe mencionar que el CMG&BSF contempla iniciar un programa de mejoramiento con esta especie. Para asegurar mayores ganancias, huertos semilleros de la especie serán ubicados fuera del área de Yúcul.

La conclusión de lo anterior es que la importancia del establecimiento de rodales semilleros de *P. patula* spp. *tecunumanii* es principalmente la disminución de los costos de recolección y facilidad de trabajo, mientras la mejora genética es bastante modesta. La principal ganancia para un comprador de semillas de *P. patula* spp. *tecunumanii* consiste en usar las procedencias de Yúcul en vez de otras procedencias de la especie.

// PLANIFICACION, ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE RODALES Y HUERTOS SEMILLEROS DE P. TECUNUMANII Y E.GRANDIS EN COLOMBIA

Norha Isaza Pérez
División Forestal
Smurfit Cartón de Colombia

1.- INTRODUCCION

Siempre que se desee emprender un programa de reforestación a gran escala, sea con especies nativas o exóticas, llámense coníferas o latifoliadas, es fundamental considerar la utilización de semillas genéticamente mejoradas, que permitan obtener ganancias constantes, además mantener y aumentar la variabilidad, haciendo la actividad forestal económicamente rentable. Surge entonces la necesidad de aplicar el mejoramiento genético forestal, como una herramienta adicional de la silvicultura, encargada de estudiar el tipo y constitución genética de los árboles a utilizar en las operaciones forestales y que presenta dos alternativas para la producción de semilla mejorada a corto y largo plazo: los rodales y los huertos semilleros.

2. ASPECTOS GENERALES

2.1. RODAL SEMILLERO

2.1.1. Definición. Es una plantación, estudio o rodal natural que por presentar características deseables en cuanto a forma, crecimiento y sanidad de los árboles, es manejado para producir semillas. Aquí los individuos de baja calidad se eliminan y sólo se conservan los mejores progenitores para cruzarlos; estos son seleccionados sólo por sus cualidades fenotípicas y rara vez son sometidos a pruebas de progenie (Boshier y Salazar, 1991).

Esta es una alternativa rápida pero temporal para el abastecimiento de semilla, busca mejorar su calidad genética y reducir los costos de recolección. Estas áreas se eliminan a medida que se cuenta con semilla genéticamente mejorada provenientes de Huertos Semilleros. La intensidad de selección es mucho menor, 1:10, por tanto su valor genético es más reducido. Una parte de la ganancia que se obtiene se debe a la selección del rodal y la otra a la selección de los árboles dentro del rodal, de ahí la importancia de seleccionar las mejores plantaciones.

2.1.2. Atributos. Poseen tres atributos:

- La semilla cosechada tiene mejores calidades genéticas que la obtenida a partir de rodales comerciales, especialmente en características de adaptabilidad, rectitud del fuste, condiciones de copa y resistencia a las plagas.
- Cuando se conocen los orígenes geográficos de los árboles progenitores, produciendo semilla de una fuente adecuada, se dice que se ha desarrollado una raza local introducida.
- Son fuente confiable de semilla bien adaptada a un costo moderado (Talbert y Zobel, 1988).

2.1.3. Tipos

- Rodales semilleros en bosque natural
- Rodales semilleros en plantación
- Rodales semilleros en parcelas experimentales

2.2. HUERTO SEMILLERO

2.2.1. Definición. Es una plantación de clones o de progenies seleccionadas, que se aísla para evitar o reducir la polinización a partir de fuentes contaminantes. Este se maneja intensivamente, para producir frecuentes cosechas de semilla abundante y fácilmente obtenible, con la mayor ganancia genética en un lapso de tiempo corto (Talbert y Zobel, 1988).

Los huertos han permitido alcanzar ganancias significativas en los aspectos de forma del árbol, adaptabilidad, resistencia a enfermedades, crecimiento y propiedades de la madera.

2.2.2. Tipos

Huerto Semillero Clonal (HSC). Establecido a partir de propágulos vegetativos, tales como: Injertos, estacas, acodos aéreos, plántulas obtenidas a través de cultivo de tejidos u otros métodos.

Es el que más se utiliza operativamente. En estos, el riesgo de autofecundación es mayor, cuando los rametos de un mismo clón no están bien separados, o por el empleo de pocos clones, por ejemplo menos de 10.

Huerto Semillero de Plántulas (HSP). El que se establece mediante la siembra de plántulas propagadas sexualmente, seguida de una depuración posterior, que elimina los árboles indeseables dejando los mejores árboles de las mejores familias para la producción de semillas. En estos la autofecundación sólo puede ocurrir en el árbol individual, similar a lo que ocurre en el injerto individual en los HSC. Debe tenerse mucho cuidado para que las familias emparentadas, estén espaciadas adecuadamente y así evitar cruza entre dichos individuos (Talbert y Zobel, 1988).

2.2.3. Clasificación. Se clasifican de acuerdo con la generación, según los ciclos de mejoramiento que representan, 1^a, 2^a, 3^a o generación avanzada.

Los huertos de primera generación resultan de la selección de árboles individuales en rodales naturales o en plantaciones no mejoradas. En general se desconoce el pedigrí de los árboles progenitores.

Estos huertos son sometidos a pruebas de progenie y con los resultados del ensayo, se procede a eliminar los genotipos inferiores, o sea se hace una depuración del huerto, convirtiéndose por tanto en huerto de segunda generación.

En generaciones avanzadas, la población base es con más frecuencia una prueba genética, consistente en la descendencia de los árboles seleccionados de la generación anterior.

3. PLANIFICACION

Una vez se ha determinado la (s) especie (s) a utilizar, la procedencia más conveniente para un área definida, la necesidad imperante de obtener un incremento inmediato de los productos deseables, rápida y eficientemente, a través de la reforestación con individuos mejorados, surge la obligación de desarrollar un programa de mejoramiento genético, con un objetivo básico, mantener y aumentar la variabilidad dentro de las poblaciones de árboles, característica que se logra con la utilización de semilla mejorada, obtenida a partir de los rodales y los huertos semilleros (Talbert y Zobel, 1988).

3.1. SELECCION DEL SITIO

En la selección del sitio para un rodal semillero se deben seguir las siguientes especificaciones:

- El rodal debe tener edad suficiente como para producir semilla.
- Los árboles deben presentar una copa amplia para que puedan producir cosechas.
- Topografía que permita el manejo intensivo del mismo y de fácil acceso.

A su vez, los huertos deben tener las siguientes consideraciones:

- Ante todo debe comprobarse que el área tenga una conocida capacidad de producción temprana, importante y confiable de semilla para la especie de interés, lo cual depende de los requerimientos ecológicos y geográficos de cada especie.

Una forma de conocer esta información para los pinos, es a través de un muestreo de conos, en el que se determina el número promedio de semillas buenas por cono.

El procedimiento consiste en cosechar mínimo 100 conos maduros de un mínimo de 10 árboles por cada sitio, en plantaciones o estudios con edad suficiente, localizados bajo condiciones geográficas, climáticas y edáficas diferentes. Los conos se cosechan de la porción más alta de la copa, de los árboles que presentan alta producción. En el caso en que no es posible encontrar 10 conos/árbol, entonces cosechar 20 árboles por 5 conos, ó 15 x 7, etc.

En el muestreo realizado para el *P. tecunumanii* en tres estudios de CAMCORE, ubicados en los Departamento del Valle y Cauca (Colombia), se obtuvo un número promedio de semillas buenas/cono de 8.9

- Topografía plana, que permita la mecanización de todas las actividades tanto de preparación del terreno, como son: arado, rastrillado, subsolado y control químico de malezas y de mantenimiento.
- Buena accesibilidad.
- Disponibilidad de equipos y mano de obra.
- Suelos con fertilidad promedia, texturas limosas a limo arenosas, sobre subsuelos areno-arcillosos, con buena profundidad efectiva y propiedades físicas que permitan su manejo intensivo.

- Evitar condiciones climáticas extremas, como son nubosidad o neblina constante, vientos fuertes.
- Cerca a fuentes de agua, que faciliten el riego y la protección contra incendios.
- No debe ubicarse en las partes más frías del área de distribución natural de la especie, ya que esto incide negativamente en la producción de flores.
- Procurar que el área tenga forma cuadrada, lo cual mejora la efectividad en la polinización.
- Considerar el riesgo de factores ambientales adversos, como son: heladas, granizos, sequías extremas.
- Planeación adecuada y anticipada del huerto, que permita eliminar cualquier riesgo de pérdida del terreno como consecuencia de futuras construcciones civiles (Lambeth, 1991).

3.2. TAMAÑO

Está determinado por la cantidad de semilla requerida para una operación forestal eficaz y de la disponibilidad de fenotipos apropiados para ser seleccionados. Varía con la especie, la localización, la disponibilidad de semilla de otras fuentes, así como de sus costos; por tanto la estimación del tamaño es complejo y requiere conocer:

- Capacidad de la especie para producir semilla
- Número de frutos y número de semillas viables por fruto y por unidad de área.
- Manejo de la semilla en el banco y en el vivero
- Relación semilla- plántula que se obtendrá en el vivero.
- Exceder los requerimientos, por lo menos en un 30%, como margen de seguridad por pérdidas o fracasos en la producción de semilla (Talbert y Zobel, 1988).

La literatura reporta extensiones entre 0.8 y 4 Ha, aclarando que el manejo de rodales pequeños es improductivo y costoso.

3.3. AISLAMIENTO

Las áreas de producción de semilla deben estar protegidas de la introducción de polen extraño. Las pérdidas económicas debido a la contaminación por polen no deseado, pueden ser considerables.

En el caso de las coníferas, cuya polinización es anemófila, los investigadores recomiendan una barrera de aislamiento de por lo menos 200 m, entre el huerto y los rodales cercanos de la misma especie o de otras especies con las cuales puede hibridizar; aunque los estimados de contaminación con polen varían grandemente, no es raro encontrar entre el 33 y 75% en huertos localizados cerca de rodales de la misma especie (Lambeth, 1991).

Para las especies latifoliadas, aún no están bien estudiadas las distancias efectivas de dispersión del polen, de ahí que la medida más sana es mantener lo más lejos posible las áreas semilleras de las fuentes de polen contaminante; desconociéndose también la distancia a la cual el polen puede ser transportado por los insectos, en el caso de las especies entomófilas, y los patrones de comportamiento de cada insecto.

Además, las zonas de dilución deben mantenerse entre huertos de diferentes regiones fisiográficas y entre los de generación avanzada y temprana (Talbert y Zobel, 1988).

Dentro del programa de mejoramiento genético que adelanta la empresa se encuentra el establecimiento y manejo de huertos y rodales semilleros de diferentes especies, entre ellas el *P. tecunumanii* con dos huertos experimentales y un rodal semillero y, el *E. grandis* con un huerto y un rodal. (Ver Tabla 1.)

4. ESTABLECIMIENTO

4.1. RODALES SEMILLEROS

4.1.1. Selección de Árboles. Una vez definido el rodal, se procede a la selección de los árboles semilleros, los cuales deben tener:

- Copas dominantes o codominantes
- Vigor alto
- Fuste recto
- Ramas delgadas
- Buena poda natural
- Libre de plagas y enfermedades
- Que exhiban potencial para una buena producción de frutos
- Sin bifurcaciones

4.1.2. Entresaca. Se debe considerar el momento más adecuado, ya que esto determina el año en que el área producirá la primera cosecha comercial. En los pinos sólo se presenta hasta el cuarto o quinto año después de la entresaca, debido al

tiempo requerido por el árbol para desarrollar una copa vigorosa grande. Hay que tener en cuenta también, el cuidado extremo para realizar dicha operación, debido a que el daño que sufran los árboles dejados como productores de semilla pueden originar su degeneración (Anderson, 1963).

Durante la primera entresaca no se deben eliminar todos los árboles indeseables. Es necesario programar varias entresacas, hasta dejar el rodal en la condición óptima, de ésta forma se evita un impacto ambiental brusco que pueda provocar el volcamiento, el secamiento o la quebradura de copas por el viento.

Para asegurar una adecuada polinización se recomienda conservar entre 100 y 125 árboles /ha, claro que el número óptimo de árboles depende del tamaño del árbol y de la intensidad de selección, de ahí que entre 50 y 75 árboles/ Ha después de la última entresaca sería más apropiado (Dyer, 1964).

Otro aspecto importante es que las copas de los árboles remanentes, deben quedar expuestos a plena luz solar, por lo menos en tres de sus lados.

En el caso concreto del rodal de *P. tecunumanii*, su establecimiento fue a partir de un estudio de procedencias -progenie de CAMCORE, con semilla de Mountain Pine Ridge (Belize) de baja elevación, plantado en diciembre de 1981. La conversión se inició en noviembre de 1990, y se dejaron 61 familias, entre 1 y 11 árboles/familia, para un total de 284 árboles remanentes, lo que equivale a una densidad promedio de 118 árboles/Ha.

A su vez el rodal de *E. grandis* fue convertido en mayo de 1982, a partir de un estudio de procedencias de Australia, USA, Sur Africa y Colombia, sembrado en mayo de 1979. Durante la primera entresaca, se dejaron de 2 a 3 individuos de las 36 mejores familias. La densidad promedio actual es de 65 árboles/Ha, después de cuatro raleos, realizados cada tres años aproximadamente, con una intensidad del 10 al 15% en cada uno de ellos.

4.2. HUERTOS SEMILLEROS

4.2.1. Reproducción del Material.

Seleccionados los árboles plus en el campo, se procedió a injertar el *P. tecunumanii* realizando dos tipos de injertos, lateral y de tope, con un prendimiento del 40 y 50% respectivamente, sobre patrones de la

misma especie, que alcanzaban a los ocho meses de edad, una altura de 60 cm y un diámetro de 1 cm.

El material para patrones se obtuvo a través de la siembra directa de la semilla en bolsas de polietileno negras, de 30 x 35 cm, sobre sustrato compuesto por 50% subsuelo y 50% carbonilla. Cada patrón se fertilizó con 0.3 g de Bórax y 3 g. NPK (15-38-10).

Las yemas para injertos se cosecharon del tercio superior del árbol.

El tiempo requerido por los injertos para ser llevados al campo, fue de cinco meses, distribuidos así: cuatro meses a la sombra y un mes expuestos al sol.

La propagación de *E. grandis* fue a través de estacas enraizadas, de los 114 mejores clones existentes hasta 1990, en el programa clonal que adelanta la empresa desde 1986 con la mencionada especie.

4.2.2. Preparación del Terreno. Cuando la topografía del terreno y el uso del suelo lo permiten, se procede a la mecanización de las actividades de preparación del lote, con operaciones tales como: arado, rastrillado, subsolado y control de malezas entre otros.

En el caso concreto del programa de mejoramiento genético con las especies *P. tecunumanii* y *E. grandis* en Cartón de Colombia, las áreas disponibles para el establecimiento de sus huertos, eran de segundo turno, lo que impidió la mecanización de las operaciones; de ahí que la preparación consistió en una quema controlada, previa construcción de líneas cortafuego alrededor de los lotes, de 3 m de ancho, para eliminar los residuos del aprovechamiento.

Posteriormente se procedió al trazo del lote, con distancias de siembra de 10 x 5 m para el *P. tecunumanii* y 6 x 6 m para el *E. grandis*.

En cada trazo se hizo un hoyo vaciado de 40 x 40 cm.

4.2.3. Diseño. Este puede ser al azar o sistemático; el primero evita patrones repetidos de proximidad de ciertos grupos clonales, que originan después de la entresaca un espaciamiento irregular; además, requiere de un programa de computador. A su vez el diseño sistemático presenta la ventaja de que logra un buen balance en el número de rametos/clón, son

sencillos de establecer, facilitan el movimiento desde el rameto de un clón a otro. No obstante, pueden causar problemas después del aclareo genético, ya que los mejores árboles necesariamente no se ubican sistemáticamente, quedando grandes espacios (Lambeth, 1991).

Sin importar que diseño se elija, debe asegurarse que se reduzcan al mínimo las cruizas emparentadas para estimular la polinización al azar, para así aumentar el vigor híbrido de la progenie.

Cada clón debe representarse mediante frecuencias aproximadamente iguales por unidad de área.

En los Huertos Semilleros Clonales de primera generación, el número de clones a utilizar debe garantizar una base genética amplia, una vez que ha terminado la depuración del huerto. Por lo tanto se recomienda utilizar ni menos de 30 ni más de 40 clones, así como una distancia mínima de 30 m entre rametos del mismo clón o entre individuos emparentados. Las ganancias obtenidas con demasiados clones, disminuyen sensiblemente, debido a una baja diferencia de selección (Moran, Bell y Matheson).

Los diseños de huertos de las especies dioicas, consisten en polinizadores masculinos rodeados por un grupo de individuos femeninos. La dificultad estriba en cómo disponerse los individuos femeninos para evitar cruizas emparentadas.

Para las especies entomófilas, como es el caso del *E. grandis*, es mucho más complejo la recomendación de algún sistema, ya que todo depende del insecto y sus hábitos (Talbert y Zobel, 1988).

Para el diseño del huerto se requiere la siguiente información:

- Número de clones.
- Mapa del área con las posiciones marcadas.
- Definir la distancia mínima recomendable entre rametos del mismo clón.
- Programa de computador si es al azar.
- Considerar que después de la depuración quedarían entre 10 y 15 clones y entre 50 y 60 árboles/ha, que constituirán el huerto final (Lambeth, 1991)

En el caso de los huertos experimentales de *P. tecunumanii*, el diseño es sistemático, con un espaciado entre rametos del mismo clón de 50 m, una distancia de siembra de 10 x 5 m y entre 10 y 14 rametos por clón.

El diseño del *E. grandis*, es de bloques al azar (cuatro en total y un rameto/clón en cada bloque), a una distancia de 6 x 6 m.

4.2.4. Siembra. De acuerdo con el diseño del huerto, se procede a distribuir los clones en el campo. Al momento de plantar, es necesario podar las raíces a las plántulas, haciendo tres cortes laterales y uno de fondo de 2 cm de espesor, para evitar malformaciones de las raíces que puedan causar la muerte o volcamiento del material a los 3 ó 4 años de establecido.

4.2.5. Fertilización. Cada árbol se fertiliza en corona, con los productos recomendados según el análisis del suelo (Ver Tabla 2.) .

4.2.6. Resiembra. En los huertos es posible resembrar los árboles muertos o faltantes hasta el tercer año. Las causas de pérdida del material pueden deberse a incompatibilidad si se trata de injertos, daños mecánicos, ataque de plagas o enfermedades, entre otras.

5. MANEJO

Es bastante complejo, ya que tanto los huertos como los rodales, deben manejarse intensivamente. Los métodos más adecuados varían con la especie, la localización y las condiciones existentes año tras año. Las prácticas culturales más comunes son:

1. Elaborar un buen mapa que muestre la identificación y ubicación exacta de cada árbol.
2. Construcción de cercos y cortafuegos para evitar la entrada de animales y reducir las posibilidades de incendios.
3. Construir drenajes para evitar encharcamientos que puedan afectar el buen desarrollo de los árboles.
4. Fertilización: basada en análisis de suelos y foliares. El mejoramiento del suelo busca mantener el vigor de las plantas y promover la floración. Algunos autores afirman que las aplicaciones de nitrógeno y fósforo promueven la

floración en casi todas las especies, especialmente en algunas latifoliadas.

Además es muy importante mantener el pH al nivel exigido por la especie, ya que éste tiene un efecto directo sobre muchas reacciones que ocurren en el suelo, en el comportamiento de las raíces y los organismos del suelo. El pH varía con la especie, para la mayoría de las coníferas el rango va de 5.5 a 6.5, para algunas latifoliadas éste es mayor (Kellison, 1971).

Aunque hace falta información sobre niveles, época de aplicación y relación costo/beneficio, se recomienda que para obtener una floración inmediata y abundante, debe aplicarse el fertilizante poco antes de que se inicie la formación de las yemas florales (Talbert y Zobel, 1988).

Tanto los huertos como los rodales de *P. tecunumanii* y *E. grandis*, se fertilizan dos veces en el año, al final de cada período lluvioso, como es junio y diciembre. Los fertilizantes se aplican sobre una corona alrededor del árbol que luego se cubre con una capa de tierra, para evitar su deterioro por el contacto directo con los rayos solares.

5. Control de Malezas: En forma química, manual o mecanizada. Además de favorecer el mantenimiento del césped, permite utilizar mejor los fertilizantes al reciclar los nutrientes a los árboles. En las franjas de árboles se deben eliminar todas las malezas con herbicida, para evitar la competencia por nutrientes y la pérdida de los frutos al caer al suelo.

A cada árbol se le hace un plato grande con herbicida Roundup al 1%, si sólo hay gramíneas, o la mezcla Roundup más Tordón al 1% para controlar a la vez malezas de hoja ancha. En las calles el control es mecánico, para ello se utiliza la guadañadora halada por el tractor.

En cada sitio se realizan cuatro limpiezas al año, dos químicas y dos mecanizadas, coincidiendo con la época previa a la aplicación de fertilizantes.

6. Control de Insectos y Enfermedades. Se recomienda mantener una constante vigilancia del estado fitosanitario de los huertos y rodales, que permita detectar a tiempo algún ataque de insectos o de patógenos, para su pronta identificación y así estar preparados para prevenirlo o controlarlo adecuadamente. Los insectos de las flores y

los frutos pueden reducir la producción dramáticamente e incluso destruir la cosecha.

7. **Recolección de Semillas:** El método depende de la especie, por ello es imperativo estudiar la biología reproductiva y los métodos de cosecha, ya que si éstos son inadecuados, así como su procesamiento se puede perder la cosecha.
8. **Podas:** Si son injertos es necesario podar las ramas del patrón para prevenir errores en la identificación del injerto y evitar la producción de polen de ramas no deseables. A medida que los árboles crecen, se deben podar las ramas inferiores para facilitar las otras actividades.

En el caso de que se pade la copa, ésta no debe ser excesiva, ya que se puede promover el crecimiento vegetativo y no la actividad sexual. En esta actividad debe utilizarse una segueta o sierra de podar.

9. **Registros:** Son la base de las recomendaciones presentes y futuras. Cada árbol debe marcarse, para facilitar operaciones tales como: recolección de frutos y control de la polinización.

Es necesario registrar todas las actividades que se realicen, así es más fácil controlar la eficiencia en la producción de semilla y anotar los factores que posiblemente hayan afectado negativa o positivamente dicha producción.

En los huertos semilleros además de las prácticas descritas, es necesario considerar otras actividades, como son:

10. **Riego:** sólo se utiliza en las primeras etapas, para mantener el crecimiento y vigor óptimos y favorecer la formación de copas grandes con más sitios potenciales para la floración.

Cuando los árboles son sexualmente maduros, el riego promueve el crecimiento vegetativo a expensas de la actividad reproductiva. Se ha mostrado que el "stress" hídrico moderado puede inducir la floración en pinos.

11. **Subsolado:** se recomienda tanto antes como después del establecimiento del huerto.

Es esencial en suelos que originalmente fueron cultivados o pastoreados, ya que suelen tener problemas de compactación.

Una vez establecido el huerto se practica el subsolado en dos costados del árbol. Aproximadamente dos años después, el proceso se repite en ángulo recto a la dirección original. Un disco vertical debe anteceder al subsolador, de modo que las raíces superficiales sean cortadas y no se desgarran a nivel del cuello. Se hace poco antes del inicio de la floración.

12. Vegetación de Cobertura: cubrir las calles del huerto con césped, para prevenir la erosión y reducir la compactación.
13. Polinización Controlada: muchos huertos se utilizan para realizar cruces controlados para ensayos de progenie.

Uno de los pasos a seguir en el huerto de *P. tecunumanii* para aumentar la producción de semillas buenas/cono, será la polinización manual. El procedimiento consiste en recoger polen de cinco o más clones diferentes. Esta mezcla se aplica con un pincel en las flores femeninas receptoras. La experiencia obtenida en el *P. patula* con esta práctica, es muy satisfactoria, alcanzando incrementos hasta del 200% en la mayoría de los casos.

14. Inducción de Floración: Se conocen varios tratamientos para acelerar el tiempo de floración y acortar el ciclo de cruzamiento, como son las aplicaciones de ácidos giberélicos, "stress" hídrico moderado, subsolación, anillamiento parcial del fuste principal o de las ramas (Greenwood, 1981).

6. COSECHA DE FRUTOS

6.1. DEFINICION

Es el proceso de obtener los frutos del árbol, desde el acercamiento del recolector hasta el embalaje de los frutos para su transporte al centro de procesamiento (Robbins, Irimeicu y Calderón, 1981).

La técnica que se utilice debe ir precedida de un entrenamiento en el que se detallan y recalquen todas las medidas de seguridad para evitar accidentes durante su desarrollo. El equipo humano está compuesto por dos personas, el recolector y su asistente, los cuales deben estar física y mentalmente aptos para el trabajo, ser jóvenes, no sufrir vértigos, livianos, fuertes, con buena salud, tener habilidad natural para subir a los árboles y ser responsables. El

asistente se encargará de la seguridad del recolector mientras sube a la copa del árbol, así mismo, debe recoger los frutos cosechados, una vez que el recolector tiene control de sí mismo.

6.2. EDAD Y EPOCA DE RECOLECCION

La edad de iniciación de la cosecha, así como las épocas de recolección, dependen de la especie y del tipo de propagación empleado para la producción de los árboles.

En los rodales y en los huertos de plántulas de pinos, la iniciación de la cosecha es aproximadamente a los 8 años de edad y en los eucaliptos a los 3 años. A su vez en los huertos clonales se inicia la producción de semillas más tempranamente, aquí se puede hablar de 4 años para los pinos y 2 años para los eucaliptos.

En la región tropical, la producción de frutos de los pinos y eucaliptos no presentan un comportamiento regular y predecible, que permita programar con precisión las épocas de cosecha. Dicha variación se debe esencialmente a las condiciones climáticas reinantes, por tanto es necesario cosechar la semilla producida mes a mes, durante varios años, para determinar los picos de producción de cada especie.

6.3. TECNICAS DE RECOLECCION

Dependen principalmente de:

- Características del árbol: forma del tronco, tipo de corteza, forma y altura de la copa, tamaño, ángulo, densidad y resistencia de las ramas y densidad del follaje.
- Características del fruto: tamaño, cantidad, posición y distribución del fruto y resistencia del pedúnculo.
- Características del rodal: distribución y densidad de los árboles.
- Características del sitio: topografía, accesibilidad, etc.

6.3.1. Acceso a la copa del árbol por el recolector

- Desde el piso: Usando herramienta de largo alcance que por lo menos llegue a la parte media de la copa, o cosechar de

árboles derribados, sea en zonas de aprovechamiento o cortados especialmente para la recolección de frutos. Esta es una de las alternativas en los rodales semilleros del género *Eucaliptus*, que dadas las dificultades que presentan los árboles para ser escalados, por su gran altura y el diámetro delgado de las ramas, se procedería a apearse un mínimo de 15 árboles al azar en todo el rodal. Se manejan los dos mejores rebrotes y se calcula que a los 3 años se inicia de nuevo la producción de semilla en dichos árboles.

- Desde una Plataforma fuera de la Copa: Si la copa es densa y el árbol es grande, es posible su acercamiento por algún tipo de plataforma, escalera de doble pié, escalera o plataforma hidráulica sobre un vehículo, o una plataforma suspendida de una grúa, globo de aire o helicóptero.
- Usando una red encima de la copa. Apto para copas densas con gran cantidad de frutos pequeños en los extremos de las ramas.
- Escalando el árbol. Con espolones colocadas en cada zapato (si la corteza es blanda y firme y el fuste no muy grueso), cinturón de seguridad y un par de lazos a través de los anillos del cinturón, para sostenerlo en caso de que se deslice.
- Bicicleta o Baumvelo.
- Escaleras. Hay varios tipos que pueden ser amarrados al tronco. Son desmontables y se acoplan a medida que el recolector va escalando.
- Lanzar una línea a la copa. Consiste básicamente en lanzar por encima de la rama elegida una línea liviana (puede ser de nylon), colocando un objeto pesado a un extremo. El lanzamiento puede ser con la mano, con un arco o con ballesta. Una vez que la línea esté bien colocada sobre la rama y ha caído el peso, se amarra en dicho extremo un lazo suficientemente fuerte para que facilite la subida a la copa, la cual puede ser por un sistema de poleas y una asentadera, de tal manera que el recolector suba directamente a la parte inferior de la copa, usando su propia fuerza o bien halado por su asistente. Otra forma sería fijar los lados del lazo al piso y escalar por este directamente o con dispositivos de alpinismo. O bien amarrar una escalera de cuerdas al lazo grueso y proceder a subir (Robbins, 1981).

Para cosechar la semilla del *E. grandis*, fuera de derribar los árboles, es posible alcanzar la copa, lanzando una línea a la

misma, en la forma indicada en el párrafo anterior, a través de la cual el recolector sube hasta la primera rama halado por el asistente.

En el *P. tecunumanii* al acceso a la copa puede ser, escalando el árbol con los espolones o lanzando una línea a la misma, en forma similar al *E. grandis*.

6.3.2. Movimiento dentro de la Copa y su Descenso. La movilización es por medio de las ramas, por ello el recolector debe tener una cuerda larga de seguridad amarrada al cinturón, cuya longitud debe duplicar la altura del árbol. Debe escalar el tronco y copa en espiral, mientras el asistente sostiene el extremo libre de dicha línea. En la copa se amarra al fuste con un lazo corto y pasa la línea de seguridad por una rama fuerte y retorna la línea a las argollas de su cinturón. Así puede moverse usando las ramas e incluso acercarse a sus extremos, si éstas no son muy largas, delgadas o débiles.

El recolector cosecha los frutos mientras baja y una vez termina la operación comienza a descender por medio de la línea de seguridad, esto siempre que no haya subido auxiliándose de una escalera o bicicleta, ya que tendría que bajar por medio de ellas (Robbins, 1981).

6.4. COSECHA DE LOS FRUTOS

El recolector puede desprender los frutos con la mano, si están suficientemente cerca o con gancho y mango, cuya longitud depende de la distancia a que están los frutos.

El método varía con las características de los frutos, como son: tamaño, cantidad, posición, distribución, resistencia del pedúnculo, estado de madurez y forma de diseminación de las semillas.

Los frutos se pueden coleccionar:

- Directamente del suelo, cuando caen naturalmente y enteros.
- Sacudiendo las ramas con las manos directamente, con un gancho y mango, con un lazo liviano o con un sacudidor mecánico.
- Si el pedúnculo es duro o inaccesible, como es el caso de los conos *P. tecunumanii* se deben cortar con una tijera o gancho con filo, sin quebrar la rama.

- Si los frutos son numerosos y pequeños, como las cápsulas del *E. grandis*, es preferible cortar la rama, con la desventaja de destruir las flores futuras.

6.6. COLECCION DE LOS FRUTOS

- Al mismo tiempo de la cosecha. Si se quitan los frutos con la mano o con un gancho provisto de recipiente, apto para árboles apeados o frutos pequeños que se pierden si caen al suelo.
- Con la mano del piso. Se recomienda limpiar la vegetación para facilitar la recogida de los frutos, antes de que caigan del árbol. Es el método utilizado con el *P. tecunumanii*.
- Con mantas extendidas. Muy práctico, especialmente cuando el tamaño de los frutos o semillas es muy pequeño, como las cápsulas de *E. grandis*
- Con aspiradora portátil. Por medio de la fuerza de succión, es posible coleccionar la semilla desde el piso o directamente de la planta.

6.6. EMBALAJE DE LOS FRUTOS

- Sacos. El más apropiado es el de tela, con un tejido lo suficientemente abierto, que no permita la salida de los frutos o semillas y que a su vez, tenga la máxima circulación de aire a través de éste.
- Cajas. En algunos casos se puede hacer en cajas de madera liviana (o contrachapada), reforzada con cinta metálica.

6.7. ROTULACION

En cada empaque debe colocarse tanto dentro como fuera, una etiqueta con la siguiente información:

- Especie
- Clase de área semillera
- Fecha
- Árboles cosechados
- Nombre recolectores

7. PROCESAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS

Una vez los frutos son empacados en costales de cabuya, se transporta en camionetas desde las áreas de producción de semilla a la bodega, localizada en el municipio de Yumbo (Departamento del Valle - Colombia).

Aquí se clasifican los conos por su color, verde o café, conservando la identificación que trae del campo. Los conos verdes se almacenan a la sombra en paceras de 1 m² con fondo de malla, para que haya recirculación de aire, hasta que maduren (una semana aproximadamente). A su vez los conos maduros (café), se extienden sobre paceras expuestas directamente al sol, por espacio de cinco días (tiempo suficiente para que acaben de abrir las escamas completamente).

Posteriormente se pasan los conos por una tómbola (cubo metálico que contiene una caja en malla donde se depositan los conos), los cuales son movidos manualmente por espacio de 45 minutos, esto para que desprendan las semillas restantes sobre una plancha de madera.

Las semillas pasan luego al biombo (cilindro metálico que tiene un movimiento giratorio), durante 45 minutos, esto con el fin de eliminar las alas que traen las semillas.

Para limpiar completamente la semilla, esta se pasa por un ventilador, que elimina las partículas más livianas, y luego por las zarandas para suprimir las partículas más grandes.

Por último se pasa por la columna de aire, que separa la semilla vana de la buena. A esta se le adiciona Vitabax 300 (1.5 g/kilogramo de semilla), para controlar la formación de hongos.

La semilla así tratada es empacada en bolsas plásticas bien cerradas, que luego se depositan en tarros plásticos, sellados herméticamente. Estos tarros correctamente rotulados, se almacenan en el cuarto frío a una temperatura entre 4 y 6°C y a una humedad relativa entre 50 y 60%. La semilla se almacena con un contenido de humedad entre 7.5 a 8.5%.

Para el *E. grandis*, las cápsulas también se colocan sobre paceras, teniendo cuidado de conservar la identificación que trae del campo, y se exponen directamente al sol por espacio de dos o tres días.

Luego se pasa la semilla a través de una zaranda muy fina, para suprimir las impurezas.

La semilla limpia se empaqueta en bolsas plásticas selladas, que luego se depositan en tarros plásticos cerrados herméticamente. Los tarros se almacenan en el cuarto frío, rotulados cuidadosamente, a una temperatura entre 4 y 6°C y una humedad relativa del 50 al 60%. La semilla se almacena con un contenido de humedad del 10%, sin ningún tipo de tratamiento fitosanitario.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, E. Seed Stands and Seed Orchards in the Breeding of Conifers. Estocolmo (Sue). En: Inst. World Consul on for Gen and Tree Impr, 1963.
- BOSHIER, D. y SALAZAR, R. Establecimiento y Manejo de Rodales Semilleros de Especies Forestales. En: Manual sobre Mejoramiento Genético y Forestal con Referencia Especial a América Central. Costa Rica : CATIE, 1991.
- DYER, W.G. Seed Orchards and Seed Production areas in Ontario. En: 9th Meeting of Comm for tree breeding in Canadá. Part II. Canadá : 1964.
- GREENWOOD, M.S. Reproductive development in Loblolly Pine. II. The Effect of age, gibberellin plus water stress and out-of-phase dormancy on long shoot growth behavior. En: Am. Jour. Bot. 68 (9). 1981.
- KELLISON, R.C. Seed Orchard Management En : 11th Congress on Suoth for Tree Impr. Atlanta : 1971.
- LAMBETH, C. Huertos Semilleros. En : Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con Referencia Especial a América Latina. Costa Rica : CATIE, 1991.
- MORAN, G.F; BELL, L.C. y MATHESON, A.C. The Genetic Structure and Levels of Inbreeding in a *P. radiata* seed orchard. En: Sil. Gen. 29 (5 - 6).

ROBBINS, A.M.J. ; IRIMEICU, M.I. y CALDERON, R. Recolección de Semillas Forestales. Siguatepeque (Honduras) : Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Miscelánea 2., 1981.

TALBERT, J. y ZOBEL, B. Técnicas de Mejoramiento Genético de Arboles Forestales. 1^a ed. México : Limusa, 1988.

Tabla 1. Información General de los Huertos y Rodales Semilleros

Huerto Semillero

Item	Especies		
	<u>P. tecunumanii</u>	<u>P. tecunumanii</u>	<u>E grandis</u>
Finca	La Suiza	La Suiza	La Arcadia
Municipio	Restrepo	Restrepo	Popayán
Departamento	Valle	Valle	Cauca
<u>Coordenadas:</u>			
Latitud	3° 49' N	3° 49' N	2° 29' N
Longitud	76° 28' W	76° 28' W	76° 35' W
Elevación (m.s.n.m)	1.600	1.600	1.780
PPA (mm)	1.055	1.055	2.087
TPA (°C)	21	21	18
Area (Ha)	2.2	2.5	2.4
Fecha Establec.	Junio/91	Dic./93	Nov./90
Número clones	25	36	114
Total de Arboles	418	432	590
Rametos/Clón	14 - 18	10 - 14	5
<u>Distancia:</u> (m)			
Entre rametos del mismo clón	30	50	-
De siembra	10 x 5	10 x 5	6 x 6
Fuente	Est. CAMCORE (B.E.)	Est. CAMCORE (A.E.)	Prog. Clonal

PPA : Precipitación Promedia Anual

TPA : Temperatura Promedia Anual

B.E.: Baja Elevación

A.E.: Alta elevación

Continuación Tabla 1. Rodal Semillero

Item	Especies	
	<u>P. tecunumanii</u>	<u>E grandis</u>
Finca	La Arcadia	Chupillauta
Municipio	Popayán	Popayán
Departamento	Cauca	Cauca
<u>Coordenadas:</u>		
Latitud	2° 29' N	2° 30' N
Longitud	76° 35' W	76° 35' W
Elevación (m.s.n.m)	1.740	1.780
PPA (mm)	2.087	2.087
TPA (°C)	18	18
Area (Ha)	2.4	1.0
Fecha Establec.	Dic./81	Mayo/79
Fecha de Conversión	Nov./90	Mayo/82
Número de Familias	61	36
Número de Arboles	284	65
Número de Arboles/Familia	1 - 11	1 - 12
Procedencia	Mountain Pine Ridge (Belize)	Australia, USA, Sudáfrica, Colombia

PPA : Precipitación Promedia Anual

TPA : Temperatura Promedia Anual

Tabla 2. Resultados análisis de suelos

Elementos Analizados	Huerto <u>P.</u> <u>tecumumanii</u>	Huerto <u>E. grandis</u>	Rodal <u>P.</u> <u>tecumumanii</u>	Rodal <u>E. grandis</u>
pH	5.5	4.2	4.3	4.8
Arena (%)	78.18	84.16	84.16	71.06
Limo (%)	6.54	12.0	10.0	23.66
Arcilla (%)	5.28	3.84	5.84	5.28
Textura	A	A - F	A - F	F - A
M.O. (%)	12.52	12.4	20.0	22.8
N (%)	0.52	0.41	1.0	0.78
C/N	14.0	17.5	11.6	16.9
Fósforo (p.p.m.)	2.6	2.4	2.7	7.6
Ca de cambio (meq/100g)	3.3	0.45	0.53	0.35
Mg de cambio (meq/100g)	0.52	0.19	0.19	0.10
K de cambio (meq/100 g)	0.51	0.24	0.28	0.28
CIC (meq/100 g)	20.0	16.6	22.2	27.2
Al (meq/100 g)	0.4	0.9	1.7	1.3
Zn (p.p.m.)	7.0	2.0	2.0	1.5
Fe (p.p.m.)	4.0	3.8	3.1	2.9
Cu (p.p.m.)	1.0	0.4	0.5	0.4
Mn (p.p.m.)	10.5	4.8	4.0	5.6
B (p.p.m.)	0.12	0.06	0.06	0.08
Co (p.p.m.)	T	T	T	T
Mo (p.p.m.)	T	T	T	T
% Sat. Al.	-	51	63	64
Cenizas Volcánicas	Si	Si	Si	Si

A : Arenoso

F : Franco

// **ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE HUERTOS Y RODALES DE
POCHOTE (Bombacopsis quinata) Y MELINA (Gmelina
arborea) EN COLOMBIA**

✓
Hernán Urueña L.
Director Investigación Forestal
Monterrey Forestal. Ltda.

INTRODUCCION

El establecimiento de plantaciones comerciales con especies nativas es aventurero en la mayoría de los casos. Uno de los principales problemas que se encuentra, es la escasa información biológica de la semilla que se desea utilizar, especialmente cuando las plantaciones son a gran escala donde la necesidad de usar semilla mejorada lo más rápido posible, se torna prioritario.

Hablando particularmente de las plantaciones comerciales de Bombacopsis quinata en Colombia, con un programa de plantación de 550 ha/año, iniciado en 1983 con semilla obtenida de diferentes proveedores nacionales y que no aseguraban ninguna calidad de la semilla, era necesario comenzar con un programa que asegurara algún tipo de mejoramiento. En 1986 se inició la primera aproximación al mejoramiento de la calidad de semilla comercial y fue con establecimiento de un rodal semillero de 6 ha. Durante cinco años produjo semilla para las plantaciones comerciales hasta que entraron en producción los huertos de primera y segunda generación en 1991 y 1992 respectivamente.

Si comparamos plantaciones establecidas con semilla de los diferentes proveedores nacionales con las establecidas con semilla del rodal, huerto de primera y segunda generación, observamos que el desarrollo de estas plantaciones es mayor en la medida que se utiliza semilla con un grado de mejoramiento. Por lo tanto, programas forestales extensivos requieren de semilla mejorada en grandes cantidades y en forma inmediata para ir renovando sus plantaciones paulatinamente. Pero no se debe contentar con una buena producción de semilla, el manejo del fruto y la semilla juegan un papel importante en la germinación.

RODALES SEMILLEROS

Es una plantación que por presentar el mejor desarrollo en crecimiento ha sido seleccionada para ser manejada como un área productora de semilla. En estos rodales se hace una selección fenotípica de los mejores individuos, eliminando los peores, para permitir su cruzamiento.

Los rodales semilleros en compañías con programas de mejoramiento genético avanzado son temporales y cumplen su función hasta que el huerto de primera generación suplan de semilla al programa comercial. La importancia de estas áreas productoras es:

- La semilla recolectada posee mejores cualidades genéticas que las obtenidas comercialmente, especialmente en adaptabilidad.
- Se conoce el origen geográfico de los árboles progenitores.
- Son fuente de semilla bien adaptada a costos moderados.

Especificaciones de un Rodal Semillero

Se utilizan los mejores rodales del área que tengan suficiente edad para producir semilla. Monterrey Forestal estableció su primer rodal semillero de Bombacopsis quinata en 1986 seleccionando un área de 6 ha en una plantación de 3 años de edad. En 1987 produjo su primera cosecha 3.5 kg, hasta llegar a producir 85 kg en 1991, convirtiéndose en la última cosecha debido a la entrada en producción del huerto de primera generación. Hasta 1991 hubo una combinación de semilla proveniente de rodales comerciales con semilla del rodal semillero para el programa de plantación comercial (Tabla 1).

Con Gmelina arborea se estableció en 1985 un rodal semillero de 7 ha en una plantación de 2 años de edad y este rodal es el que ha venido proporcionando semilla hasta la fecha en combinación con el huerto semillero clonal (Tabla 1).

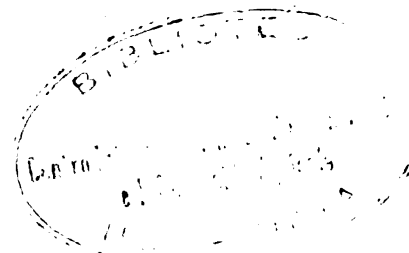


Tabla 1. Producción de semilla de los rodales semilleros de Bombacopsis quinata y Gmelina arborea, establecidos por Monterrey Forestal Ltda. en Colombia.

AÑO	B. <u>quinata</u> Producción (kg) (6 ha)	G. <u>arborea</u> Producción (kg) (7 ha)
1986		100
1987	3.5	150
1988	11.5	160
1989	74.0	263
1990	68.0	1022
1991	85.8	558
1992		1079
1993		1682

En el rodal semillero de Bombacopsis quinata se realizó polinización en las últimas tres cosechas y la producción de 1991 en el rodal de G. arborea se vio afectada por la escasez de lluvias.

Sterculia apetala es otra de las especies que se están plantando comercialmente y es posible establecer rodales semilleros en plantaciones de 5 años de edad, teniendo en cuenta que monitoreos realizados a ensayos con esta especie, se ha observado formación de flores y frutos a esta edad.

Selección de Árboles para un Rodal Semillero

Las características a tener en cuenta en los árboles seleccionados para el rodal semillero son menos drásticas que cuando se hace selección para establecer un huerto semillero. Generalmente se retienen árboles que sean dominantes o codominantes, de fustes rectos, ramas delgadas y en ángulo recto, poda natural y libre de ataque de insectos y enfermedades. Se da preferencia a árboles con buena producción de frutos, pero esto no es posible medirlo si están creciendo densamente.

Hay ocasiones que existen varios buenos fenotipos creciendo en grupo; en estos casos, es necesario eliminar los menos buenos para que el remanente responda en mejor forma al aclareo. En otras situaciones, hay muchos fenotipos indeseables creciendo juntos y en estos casos es necesario remover todos los fenotipos aunque se originen grandes claros en el rodal.

Aclareo de Rodales Semilleros

Lo que se busca es dejar el árbol seleccionado con buen espacio para la entrada de la luz y que su copa se desarrolle, el árbol seleccionado debe tener un mínimo de tres lados expuestos a la luz. La reducción del número de árboles por hectárea generalmente se hace en dos etapas. En Bombacopsis quinata se realizó la primera entresaca del 50% del número de árboles a los 3 años de edad y la segunda al año siguiente para dejar 250 árboles/ha. El número inicial de árboles por hectárea fue de 1110.

En Gmelina arborea la primera entresaca del 50% del número de árboles se realiza a los 2 años de edad y la segunda al año siguiente para dejar 190 árboles/ha, su densidad inicial de la plantación fue de 1110 árboles/ha. Estas entresacas deben ser muy cuidadosas, iniciando primero por los árboles más indeseables en cada una de las varias pasadas que se necesiten hacer para llegar al número final de árboles por hectárea. Durante la tumba se debe tener un cuidado extremo para evitar que las copas de los árboles seleccionados sufran algún daño.

Manejo de Rodales Semilleros

Los rodales deben de permanecer libres de residuos de las entresacas, malezas y chupones para facilitar las labores silviculturales.

En los rodales semilleros de Bombacopsis quinata es necesario barrer el piso del rodal para evitar que los insectos que atacan la flor y el fruto se escondan debajo de la hojarasca e imposibiliten su control. El control de malezas químico con Roundup (3 lt/ha) es necesario hacerlo semanas antes a la aplicación de 400 kg/ha de sulfato de amonio aplicado al voleo a principios del mes de agosto. Los rebrotes del tocón se pueden controlar con 2-4D Amina al 100%. Además de todos los cuidados dichos anteriormente, es fundamental la aplicación de la polinización manual para incrementar la productividad del rodal.

Para Gmelina arborea se siguen los mismos cuidados excepto la polinización manual, en rodales semilleros de esta especie se han colocado colmenas de abejas africanizadas que ayudan a su polinización. Dentro del manejo de estas áreas es necesario construir carreteras o rompefuegos para evitar que posibles incendios destruyan estas áreas. También, es necesario marcar una zona de aislamiento o dilución de unos 50 m alrededor del rodal, que tiene la misma intensidad pero no se obtiene semilla de allí, sino de la parte central del rodal semillero.

HUERTOS SEMILLEROS

Es una plantación de clones o progenies seleccionados que se aíslan y se manejan para evitar o reducir la polinización a partir de pólen extraño y se manejan para producir cosechas de semilla frecuentes, abundantes y fácil recolección. Dependiendo del origen de los árboles seleccionados para el establecimiento del huerto, este puede ser de 1a, 2a, 3a, etc. generación y su función es producir semilla genéticamente mejorada debido a la selección de los individuos que lo componen.

Programas forestales a gran escala necesitan lo más pronto posible la obtención de semilla seleccionada para ir mejorando año tras año las plantaciones comerciales e incrementar su rendimiento anual. La única forma de obtener estos objetivos es por medio de un correcto manejo de los huertos semilleros, para garantizar cosechas abundantes y el correcto manejo del fruto y semillas para asegurar germinaciones altas antes y después del almacenamiento.

Dentro del esquema del programa de mejoramiento genético a largo plazo, los huertos son la aplicación práctica de los resultados; en la medida en que se avanza en cada uno de los pasos de este programa, se va a mejorar el desarrollo de las plantaciones al poder utilizar semilla con un grado de mejoramiento superior. Antes de iniciar con el establecimiento de huertos semilleros en cualquier compañía y encontrar el objetivo que se persigue, es necesario conocer en forma correcta cual es la mejor especie para la zona y cual es la mejor procedencia para esa especie. También es necesario contar con una base genética lo suficientemente amplia y estar seguros que el área que se escogió presenta las características climáticas, edáficas, topográficas y geográficas que favorezcan la producción de semilla de la especie.

Clasificación de Huertos Semilleros

Huerto semillero de primera generación

Se les denomina a los huertos establecidos a partir de selecciones fenotípicas en sitios naturales o rodales que su valor genético no ha sido probado.

Huerto semillero de 1.5 generación

Aunque no tiene una base científica para su clasificación algunos autores denominan con este nombre a los huertos de primera generación que han sido depurados teniendo como base la evaluación realizada a los ensayos de polinización abierta de individuos establecidos en el huerto de primera generación.

Huertos semilleros de segunda generación

La base de establecimiento de estos huertos son los ensayos de progenie-procedencia de selecciones realizadas en el bosque natural; por lo tanto en estos ensayos se conoce el valor genético de la familia. El huerto se establece con los mejores árboles de las mejores familias.

Huerto semilleros de tercera generación

Son huertos compuestos por árboles seleccionados del ensayo de progenie de polinización controlada. En este ensayo se prueba el valor genético del individuo o cruce realizado.

Tipos de Huertos

Huerto semillero de plántulas (HSP)

Se crea mediante el raleo intensivo de los ensayos de progenie-procedencia. Aquí se seleccionan los mejores individuos de las mejores familias para conformar el huerto, generalmente esta selección se puede realizar hacia la mitad del turno que tenga estipulado para la especie. Este tipo de huerto es muy útil para especies que no se conoce su reproducción vegetativa, como es el caso de S. apetala en donde un ensayo de progenie-procedencia de 1 ha se convertirá en huerto semillero.

Huerto semillero de clones (HSC)

Se establece con la ubicación de varios rametos de un determinada número de clones en un área para producción de

semilla mejorada. La ventaja de este huerto es que puede aprovechar mejor el área y que los individuos seleccionados provienen de varias procedencias y no de algunas pocas como el HSP.

Monterrey Forestal Ltda. estableció el huerto semillero clonal de B. quinata con 5 rametos de 75 clones a un espaciamiento de 10 x 5 m, teniendo que hacer una depuración hacia el año 8 por entrecruzamiento de las copas. Para el huerto semillero clonal de segunda generación se utilizaron 5 rametos de 55 clones con un espaciamiento de 8 x 7 m.

En G. arborea se estableció un huerto semillero usando 20 rametos de 73 clones a un espaciamiento de 8 x 5m, haciéndose necesario una entresaca a los 5 años.

Condiciones para la localización de huertos semilleros

Debe tenerse en cuenta aspectos relacionados con accesibilidad, disponibilidad de mano de obra, textura y fertilidad del suelo, suministro de agua, topografía y condiciones climáticas. Pero fundamentalmente que se encuentre dentro de una zona que nos asegure producciones de semillas año tras año. Tener en cuenta programas de construcción de obras civiles que atenten contra el sitio y que estén cerca a los centros de operación. Todos los huertos semilleros en Monterrey están en un radio de acción de 10 km del centro de operaciones, que nos ha permitido realizar actividades de polinización manual y manejo de fruto y semilla sin mucha dificultad.

Suelo Topografía y Geografía

Como regla general el huerto se debe establecer dentro del área de distribución geográfica de la especie. Aunque se puede establecer fuera de esta área, la única condición es de que se debe probar que esa nueva área favorece la producción de flores y frutos de la especie. En general, son áreas con condiciones promedio de temperatura, humedad, fertilidad y mínimos riesgos de pérdida por actividad del hombre.

Se debe preferir zonas planas, pero no mal drenadas que permitan realizar actividades de mantenimiento con maquinarias. El tipo de suelo depende de la especie: Bombacopsis quinata prefiere suelos arcillosos, Gmelina arborea suelos franco arcillosos, y Sterculia apetala suelos franco arenosos.

Zona de Dilución

Un principio es que los huertos se localicen dentro de plantaciones de otra especie o protegido por zonas de bosque natural para reducir al máximo la contaminación con pólen extraño. Algunos autores dicen que zonas de dilución de 200 m de ancho son suficientes para controlar esta contaminación, pero en el caso de Bombacopsis quinata que es polinizada por un murciélago (Glossophaga sp) y la G. arborea por (Xylocopa sp) y (Apis mellifera) variedad africanizada, esta zona de dilución es realmente muy poca, si consideramos que el rango de acción de estos polinizadores puede ser de 2 km.

En Bombacopsis quinata que se aplica la polinización manual en el huerto semillero, el riesgo de contaminación es fuertemente reducido, si tenemos en cuenta que se polinizan la mayoría de las flores con pólen recogido dentro del mismo huerto, pero esto no es aplicable a G. arborea.

Tamaño del Huerto

Depende mucho del área a plantar, de la capacidad de producción de la especie, del poder germinativo de la especie, de la aplicación de la polinización manual y de la efectividad del vivero para producir un número elevado de plántulas con las dimensiones mínimas para ser llevadas al campo.

El huerto semillero clonal de B. quinata de segunda generación con 2 ha de extensión y 275 individuos produce un total de 150 kg de semilla, cada kilogramo contiene 37.500 semillas con una germinación del 95% y se obtiene un aprovechamiento en vivero del 70% de plántulas por metro cuadrado.

Dipersión Clonal del Huerto

Sin importar mucho el diseño que se escoja se debe reducir al máximo la autofecundación y estimular la polinización natural. Se dice que un número inicial bueno de clones es entre 25 y 40 clones, presentado por un mismo número de rametos por clon, con el fin de que después de la depuración se obtenga un número suficiente de clones entre 15 y 20 a una distancia adecuada entre rametos. Existen muchos diseños, pero el mejor es aquel que nos proporcione mejorar la calidad genética mediante la depuración, reducción de la autofecundación y asegure una cantidad suficiente de semilla.

Para B. quinata y G. arborea especies con muy poca autofecundación, se ha utilizado un diseño de bloques con los rametos distribuidos al azar dentro de cada bloque, evitando

que rametos del mismo clon queden adyacentes uno de otro. La diferencia entre rametos del mismo clon puede ser 3 puestos.

Manejo del Huerto

Gran parte del beneficio del programa de mejoramiento genético se pierde por la baja producción de semilla mejorada o bajo poder germinativo de la semilla por su mal manejo. El manejo de huertos es complejo y dependiendo del área y la especie necesitará uno especial.

En B. quinata es necesario remover inicialmente toda la hojarasca del piso y mantener una vigilancia diaria sobre el Archips sp, Schistocera sp y Tinema sp insectos que atacan las flores maduras y se mimetizan debajo de la hojarasca. El Dysdercus bimaculatus ataca la semilla de los frutos verdes, reduciendo finalmente el poder germinativo de la semilla en un 62%.

La fecundación mediante la polinización natural es de apenas 10%. Con la polinización manual o artificial la fecundación se ha incrementado hasta un 56%, aumentando sustancialmente las producciones en los huertos (Tabla 2).

Tabla 2. Producción de semilla en los huertos de primera y segunda generación de Bombacopsis quinata de 2 hectáreas de extensión.

Año	Primera generación (kg)	Segunda generación (kg)
1986	0.8	
1987	11.0	
1988	14.0	
1989	19.0	
1990	22.0	0.4
1991	55.0	14.0
1992	110.0	84.0
1993	110.0	150.0

El fruto cerrado de color café claro es recogido diariamente de los árboles y colocado a abrir libremente en cajas con paredes de anjeo; posteriormente, la semilla es separada de la lona y colocada a secar por dos días a la sombra. Cuando alcanza el 7% de contenido de humedad se separa la semilla vana de la buena con un ventilador, se aplica un fungicida y un insecticida y se colocan en empaques plásticos gruesos herméticamente cerrados y guardados dentro de un cuarto frío a 5 C y una humedad relativa del 40%. Después de año y medio de almacenamiento la germinación es del 95%.

Los frutos de G. arborea se recogen del suelo cuando presentan un color verde o amarillo, para ser transportados en sacos de fique y despulpados el mismo día utilizando una despulpadora cafetera. La pulpa adherida a la semilla debe ser removida y la semilla limpia debe ser secada al sol o utilizando secadores de café hasta alcanzar entre el 5% y 7% de contenido interno de humedad. Después de 4 meses de almacenamiento con un 5% de contenido de humedad, se obtuvo como promedio 80 plántulas de 50 semillas. Aproximadamente, de un saco cafetero de 50 kilos lleno con fruto de G. arborea se obtienen 4 kg de semilla.

Manejo del Suelo

Las labores silviculturales mecanizadas originan compactaciones del suelo causando daños a las raíces y mal drenaje interno y externo. Una práctica muy común es subsolar el huerto en los dos costados donde termina la copa o en cruz, para reducir la compactación, mejorar la retención de humedad e incrementar la proliferación de raíces. Para realizar el subsolado es necesario que adelante de este implemento sea adicionado un disco que profundice inicialmente 25 cm para que al profundizar el subsolado no desgarré las raíces superficiales. Esta labor se debe realizar cuando el suelo este moderadamente húmedo.

Superficie del Huerto

En B. quinata es necesario mantener limpia la superficie del suelo en época de verano para facilitar el control de plagas y realizar la polinización manual; en invierno es necesario realizar control químico de las malezas que se encuentran en la calle, dejando un colchón que evita la erosión por el agua pero a la vez facilita las labores mecanizadas y de fertilización.

En G. arborea no se retira la hojarasca de la superficie, pero es necesario realizar un control químico total de las malezas.

Fertilización

Las fertilizaciones se hacen con base en análisis de suelo para las diferentes áreas productoras de semilla. Se conoce que el nitrógeno y fósforo son elementos que aumentan la floración en todas las especies. Tradicionalmente Monterrey Forestal Ltda. ha utilizado 400 kg/ha de sulfato de amonio aplicado al voleo a principios del mes de agosto en todas sus áreas semilleras. Es necesario hacer un control químico de malezas tres semanas antes de realizar las fertilizaciones, para permitir un mayor beneficio de los árboles.

Riego

La utilización de riego y fertilización han aumentado la producción de semilla de algunas especies. Para B. quinata la aplicación de riego antes o durante su período de floración no es necesario si tenemos en cuenta que es una especie que necesita "stress" hídrico para la producción de flores y frutos. En esta especie el riego ha sido necesario en casos extremos durante su período de establecimiento.

Contrariamente la G. arborea si necesita agua durante su período de floración: si no existe lluvia durante esta época la especie no desarrolla frutos. Se ha observado que la G. arborea tiene dos períodos de fructificación en el año; uno en el primer semestre y otro en el segundo, en algunos años que han sido secos en el segundo semestre la especie ha tenido floración pero no ha habido producción de frutos, como sucedió en el año de 1991 en donde se recogieron 553 kg de una producción de aproximadamente 1100 kg de semilla. Esto nos da una idea de que manejando estos huertos con riego se puede obtener dos buenas cosechas y optimizar la producción en estas zonas.

Problemas de Plagas

Uno de los principales enemigos de las cosechas abundantes o de altas germinaciones han sido los insectos que atacan las flores y los frutos. En B. quinata se ha detectado el Archips sp., Schistocera sp. y Tinema sp. que atacan la flor destruyendo sus aparatos reproductores, dejando a la flor inútil y reduciendo el número de flores para polinización. El Dysdercus

bimaculatus es un insecto que perfora el fruto y la semilla en su estado verde ocasionando una reducción en la germinación de un 62%. Otro problema adicional a la baja germinación, es que las semillas atacadas que logran germinar producen plántulas débiles y cotiledones deformados que producen severos retrasos en crecimiento en el vivero.

En G. arborea se ha presentado un chupador que ataca al fruto en el árbol y que puede causar problemas de germinación si no se procesa el fruto atacado a tiempo.

Registros

Son muy importantes para conocer las diferentes actividades realizadas en el huerto y así tener una historia del mismo. La información necesaria puede contener datos sobre:

A. Fertilización

1. Tipo
2. Dosis
3. Fecha
4. Método de aplicación

B. Riego

1. Fechas requeridas
2. Cantidad y periodicidad

C. Subsulado

1. Fecha
2. Profundidad
3. Dirección

D. Control de Insectos

1. Insecticida
2. Dosis
3. Método de aplicación
4. Fecha de aplicación
5. Efectividad

E. Podas

1. Fecha
2. Tipo

F. Aclareos

1. Fecha
2. Clones removidos
3. Tipo de aclareo (dasonómico, genético, etc).

G. Condiciones Climáticas

1. Tormentas
2. Sequias
3. Heladas
4. Inundaciones
5. Vientos

A medida que avanza el programa de mejoramiento genético es indispensable llevar un registro clonal del huerto que combinado con las pruebas de progenie nos ayudarán a una depuración exitosa del huerto los registros mínimos por clon pueden contener los siguientes datos:

- A. Método y fecha de propagación
- B. Grado de incompatibilidad
- C. Floración
 1. Edad
 2. Densidad
 3. Fecha de liberación de pólen
- D. Producción de frutos y semillas
 1. Producción de semillas por fruto
 2. Fecha de maduración del fruto
 3. Número de semillas por fruto
 4. Viabilidad de la semilla
 5. Capacidad germinativa
- E. Suceptibilidad del fruto y la semilla al ataque del insecto.
- F. Manejo especializado de los ramet de un clon.

Todos los rametos del huerto deben ser marcados en forma legible y ubicados en un mapa para una fácil y rápida ubicación en el campo.

Como se dijo inicialmente el éxito de una buena producción se puede ver opacado por un mal manejo de semilla que origina reducciones en su poder germinativo. El contenido interno de humedad como el tipo de empaque juega un papel importante para germinaciones altas después del almacenamiento. En resumen, el correcto manejo del huerto, más el correcto manejo de frutos y semillas son lo que nos aseguran cosechas abundantes de semillas con buenas germinaciones antes y después del almacenamiento.

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

**PRODUCCION, RENDIMIENTO Y COSTOS DE RODALES Y HUERTOS
SEMILLEROS DE BOMBACOPSIS QUINATA Y GMELINA ARBOREA EN
COLOMBIA**

Hernán Urueña L.
Director Investigación Forestal
Monterrey Forestal Ltda.

INTRODUCCION

En 1993, Monterrey Forestal Ltda. realizó el trabajo de crear un programa computarizado para determinar los costos de todas sus actividades forestales. Este programa permite al forestal incorporar datos de costos y producción para todas las fases que tienen que ver con el establecimiento de plantaciones, desde la producción de semilla hasta el transporte de madera, y obtener en forma inmediata un costo de producción actualizado.

En Bombacopsis quinata se calcularon los costos de producción de kilogramo de semilla mejorada para el huerto semillero clonal, mientras que para Gmelina arborea los costos corresponden al rodal semillero (Tabla 3). En el trabajo se detallan las diferentes actividades de manejo de los rodales y huertos de las dos especies plantadas comercialmente, indicando costos y rendimientos de cada una de ellas.

BOMBACOPSIS QUINATA

Lugar: Huerto Semillero Clonal de Segunda Generación.

Area : 2 ha.

Fecha de Establecimiento: Mayo de 1989

Preparación del sitio:

Arada 1.0 ha/hora US\$21

Subsolada 1.1 ha/hora US\$21

Establecimiento: 16 jornales*/ha.

* 1 Jornal corresponde a 8 horas diarias.

Control Químico

Se realizan 3 aplicaciones al área total durante el año usando Roundup (3 lt/ha). Cada aplicación requiere de 2 jornales (Tabla 1 y 2).

Fertilización

Se hace una aplicación al voleo anualmente con sulfato de amonio (400 kg/ha). Esta actividad requiere de 1.5 jornales por hectárea (Tablas 1 y 2).

Control de Insectos

Actividad que se realiza todos los días, incluyendo sábados y domingos fué necesario trabajar 28 jornales ordinarios. 104 horas con un recargo del 125% y 136 horas con un recargo del 200%. El rendimiento de esta actividad es de 30 árboles por jornal (Tablas 1 y 2).

Polinización

Aquí en esta actividad se incluye la recolección de pólen y aplicación, las cuales se realizan entre los 19:00 horas y 22:00 horas. Para estas actividades se requieren 322 horas con un recargo del 175% y 58 horas con el recargo del 275%.

El rendimiento para la recolección de pólen es de 150 flores visitadas por hora, mientras que para la polinización el rendimiento promedio es de 241 flores visitadas por hora. 9 personas han logrado polinizar 6000 flores en 3 horas de trabajo nocturno y en 1993 se polinizaron 143.400 flores (Tabla 1).

Recolección de Frutos

Cuando el fruto presenta un color café claro es recolectado individualmente. En la recolección se utilizan 30 jornales ordinarios, 60 horas del 125% y 92 del 200% de recargo. El rendimiento es de 799 frutos por jornal y en 1993 se recogieron 83.078 frutos, un fruto contiene aproximadamente 70 semillas (Tabla 1).

Limpieza de la Semilla

Esto incluye retirada de la cáscara, separación de la lana de la semilla y separación de la semilla vana. Los rendimientos para estas actividades fueron de 0.3 jornales por kilogramo de semilla mas una hora del 125% y una hora del 200%

de recargo (Tabla 1). El rendimiento de la retirada de la cáscara es de 1276 frutos por jornal, en la separación de la lana de la semilla es de 24 kg/jornal y en la separación de la semilla vana fué de 24 kg/jornal (Tabla 1). Pesada, Desinfectada y Empacada

Inicialmente se pesan 5 kg de semilla seca y se les aplica 3 gr de Lorsban y 2 gr de Vitavax por kilogramo de semilla, para ser empacadas en bolsas plásticas gruesas herméticamente cerradas. En estas tres actividades el rendimiento es de 22 kg por jornal (Tabla 2).

GMELINA ARBOREA

Lugar : Rodal Semillero

Area : 7 ha.

Producción: 1992 163 kg/ha
1993 240 kg/ha

Fecha de establecimiento: Febrero de 1985

Preparación del Sitio

Arada : 1.0 ha/hora US\$21

Subsolada: 1.1/hora US\$21

Plantación y mantenimiento hasta el año 8: US\$547/ha

Entresaca: US\$13/m³

Control Químico

Requiere de 2 aplicaciones al área total 3 veces al año, utilizando Roundup (3 lt/ha). Cada aplicación requiere de 2 jornales (Tabla 1).

Control de Rebrotos del Tocón

Se realiza inmediatamente después que se tumba el árbol, aplicando 2-4D Amina al 100%. El rendimiento es de 1.2 ha por jornal, aplicándose a 400 árboles con una bomba de espalda de 15 lt.

Fertilización

Se hace una aplicación anual al voleo con sulfato de amonio (400 kg/ha) con un rendimiento de 1.5 jornales/ha (Tabla 1).

Recolección de Frutos

Se recogen del suelo cuando presentan un color verde o amarillo. En un jornal una persona recoje en promedio 3 bultos de 90 kilos cada uno a un costo de US\$4.6/bulto (Tabla 1).

Transporte de Frutos

Se transportan en sacos de fique; el transporte de 10 bultos de frutos de 90 kilos cada uno del sitio de recolección al sitio de procesamiento, aproximadamente 10 km, tiene un precio de US\$10 (Tabla 3).

Limpieza de la Semilla

Esta actividad comprende el despulpado, separación de la pulpa de la semilla y lavado de la semilla. Se necesitan 0.076 jornales por kilogramo (Tabla 1). El rendimiento es de 0.25 bultos por jornal y un bulto de fruto produce 4 kilos de semilla seca.

Pesado, Desinfectado y Secado

Se pesan 5 kilogramos de semilla y se les aplica 3 gramos de Lorsban y 2 gramos de Vitavax por kilo de semilla; posteriormente se empacan en bolsas plásticas gruesas herméticamente cerradas. El rendimiento es de 40 gr por jornal (Tabla 2).

Beneficios

Existen una gran cantidad de aciertos en la utilización de semilla mejorada obtenidas en áreas productoras para programas forestales comerciales, entre los cuales se puede enumerar los siguientes:

1. Hay una fuente segura y confiable de semilla y de buena adaptación.
2. Se obtienen cosechas abundantes y a bajo costo.
3. Mientras el precio del kilogramo de semilla de B. quinata de rodal semillero sin o con algún grado de mejoramiento oscila entre US\$60 y US\$100, en el huerto de segunda generación se obtiene a US\$33.

Para G. arborea el costo de semilla comercial oscila entre US\$25 y US\$48 y en el rodal se obtiene a US\$4.

4. El mercado nacional de B. quinata asegura un 70% de germinación, mientras que la obtenida de huerto garantiza un 95%.
5. Aunque el rendimiento de las plantaciones obedece a la combinación de la utilización de semilla mejorada más las correctas prácticas silviculturales, se puede observar que plantaciones jóvenes establecidas con semilla mejorada tienen un mejor desarrollo que las plantaciones más viejas que se plantaron con semilla comprada en el mercado nacional. Es necesario realizar una cuantificación de esta diferencia que se hará en los próximos años cuando las plantaciones más jóvenes tengan una mayor edad.

Tabla 1. Descripción de la mano de obra en la producción de semilla de B. quinata y G. arborea.

Función	Unidades	Rodal Gmelina	Huerto Ceiba2
Area	ha	7.0	2
Producción de semilla	Kg/ha	163.0	75
Control de malezas c/Roundup	jornales/ha	2.0	2.0
Aplicaciones/a\o		3.0	3.0
Fert. c/sulfato de amonio	jornales/ha	1.5	1.5
Control de insectos	jornales/ha		28.0
	hr*125%/ha		104.0
	hr*200%/ha		136.0
Polinización	hr*175%/ha		322.5
	hr*275%/ha		58.0
Recolección de frutos	Jornales/ha	15.43	30.0
	hr*125%/ha		60.0
	hr*200%/ha		92.0
Limpieza de semillas	Jornales/kg	0.076	0.3
	hr*125%/kg		1.0
	hr*200%/kg		1.0
Total Mano de Obra	Pesos Colombianos/kg	1.389	22.032

Tabla 2. Descripción de los insumos utilizados en la producción de semilla de B. quinata y G. arborea.

Insumos	Valores Unitarios	Rodal Gmelina	Huerto Ceiba
		\$/kg	\$/kg
Roundup (herbicida) \$/litro	8.115	447.0	974
litros/ha/aplicación	3		
aplicaciones/año	3		
Sulfato de amonio \$/kg	100	245.0	533
kg/ha año	400		
Arribo (insecticida) \$/litro	23.889		1.115
litros/ha/año	3.5		
Lorsban (insecticida) \$/kg	880	3.0	3
g/kg semilla	3		
Vitavax (fungicida) \$/kg	7.719	15.0	15
g/kg semilla	2		
Total Insumos	Pesos Colombianos/kg	710.0	2.640

Tabla 3. Costo total de producción de 1 kilogramo de semilla de B. quinata y G. arborea.

Item	Unidad	Rodal Gmelina	Huerto Ceiba
Mano de Obra	M\$/kg semilla	1.398	22.032
Insumos	M\$/kg semilla	710	2.640
Transporte frutos	M\$/kg semilla	328	
Total	Pesos colombianos/kg	2.427	24.672
	US\$/kg semilla	3.2	32.9

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA

PRODUCCION Y RENDIMIENTO DE LOS HUERTOS Y RODALES SEMILLEROS DE P. TECUNUMANNI Y E.GRANDIS EN COLOMBIA

Norha Isaza Pérez
División Forestal
Smurfit Cartón de Colombia

1- INTRODUCCION

Todo programa de mejoramiento genético forestal, debe incluir la producción de semilla en alguna etapa de su desarrollo, ya que es la única forma de obtener ganancias constantes.

Alcanzar la autosuficiencia en la producción de semillas mejoradas, es una tarea difícil, que exige mucho esfuerzo y dedicación, así como grandes inversiones de dinero, que a largo plazo redundan en ganancias genéticas muy apreciables, como son la calidad del árbol, resistencia a las plagas y mayores incrementos en volumen, entre otras.

De ahí la necesidad de emprender programas tendientes al autoabastecimiento de semillas mejoradas, muchas veces con bajos rendimientos y altos costos, que se ven compensados con grandes ganancias en cuanto a la obtención de plantaciones más homogéneas, sanas, vigorosas y con turnos de rotación más cortos.

2- PRODUCCION DE FRUTOS

Uno de los inconvenientes más grandes relacionados con la producción de semilla, es determinar la cantidad requerida de fuentes probadas para desarrollar los programas de reforestación, ya que ésta va a depender de la capacidad de la especie para producir semilla y del conocimiento que se tenga acerca del manejo de la semilla en el banco y en el vivero. Dicha capacidad a su vez, va a estar supeditada a una serie de variables como son, la biología de reproducción de la especie, los procesos fisiológicos inherentes, las características de los suelos y del clima, así como la ubicación geográfica, entre otros.

Esto explica en parte, cómo el trabajar con especies que están fuera de su rango de distribución natural, dificulta la producción de grandes cantidades de semilla.

2.1. RODAL DE *P. tecunumanii*

La producción de frutos en el rodal de *P. tecunumanii* (finca La Arcadia), entre 1991 y 1993, fue muy baja, durante este período sólo se cosecharon tres bultos de conos, cada uno con un peso promedio de 25 kg, para un total de 0.14 kg de semilla buena, con una viabilidad de 62.000 semillas viables por kilogramo y un porcentaje de germinación del 70%.

Los datos obtenidos durante el muestreo de conos dieron como resultado, un número promedio de semillas buenas/cono de 2.9, con un número promedio de conos por árbol de 100.

2.2. RODAL DE *E. grandis*

En el Rodal de *E. grandis* (finca Chupillauta), se cosechó entre 1989 y 1992, 144.6 Kg, con una viabilidad de 464.750 semillas viables/Kg y un porcentaje de germinación de 464,75; cantidad suficiente que abasteció las necesidades de los viveros de la empresa, así como las ventas o donaciones a entidades particulares o públicas.

Desde 1992, año en que se inició la producción de frutos en el huerto, no se continuó cosechando semilla en el rodal, quedando sólo como reserva ante cualquier eventualidad que se pueda presentar en el huerto.

2.3. HUERTOS EXPERIMENTALES DE *P. tecunumanii*

Los huertos experimentales de *P. tecunumanii* (finca La Suiza), aún no han iniciado la producción de frutos, ya que sólo alcanzan 2.5 años el primero y 3 meses el segundo. Su establecimiento se hizo sobre la base del muestreo realizado en siete árboles del estudio de procedencias/familias, 2ª etapa Oxford, de ocho años de edad, el cual dio un número promedio de semillas buenas por cono de 7.9, con un número promedio de conos por árbol de 9.

En los años 1992 y 1993, se repitieron los muestreos, con los resultados que se muestran en la Tabla 1.

Con los resultados obtenidos en los muestreos de conos, con la viabilidad y el porcentaje de germinación de la semilla, descritas anteriormente y conociendo que la empresa planta anualmente 500 ha de *P. tecunumanii*, se requiere un huerto de 7

TABLA 1. Muestreo de Conos de *P. tecunumanii*

Finca	1990			AÑO 1992			1993		
	Arboles	Conos	Semillas Buenas/conos	Arboles	Conos	Semillas Buenas/conos	Arboles	Conos	Semillas Buenas/conos
La Arcadia*	10	137	0.5	-	-	-	11	1.098	2.9
La Suiza*1	7	66	7.9	10	103	8.7	4	599	8.9

* Estudio de procedencias - progénie, establecido en 1981

*1 Estudio de Procedencias/Familias, establecido en 1982

ha, manejado muy intensivamente, que implica aplicaciones de hormonas y polinización manual, entre otros. De este total ya se han establecido 4.7 ha.

2.4. HUERTO DE *E. grandis*

Entre 1992 y 1993, se cosecharon en el huerto de *E. grandis* (finca La Arcadia), 65.6 kg de semilla, con una viabilidad de 498.750 semillas viables/Kg y un porcentaje de germinación de 498.75, lo que hace que la empresa sea autosuficiente y le permita cubrir los requerimientos de los viveros sin ningún inconveniente (Ver Tabla 2.)

3. RENDIMIENTOS

Como se ha venido diciendo, el manejo de los huertos y rodales semilleros debe ser muy intensivo, de ahí que sea costoso, ya que exige la utilización de mano de obra calificada para desarrollar las diferentes actividades.

3.1. ESTABLECIMIENTO

3.1.1. Entresaca. Un sierrero calificado alcanza a derribar entre 15 y 20 árboles/día, previamente desramados. Esto para reducir al mínimo los daños a los árboles remanentes.

3.1.2. Preparación del Terreno

- Arado 1.0 ha/h-m/d
- Rastrillado 4.0 ha/h-m/d
- Subsulado 2.5 ha/h-m/d
- Aplicación de herbicida 8.0 ha/h-m/d
- Construcción de corta 40 m/h/d (de tres metros de
fuegos ancho).
- Quema controlada 0.5 ha/h/d
- Trazado 122 sitios /h/d (distancia
de siembra de 10 x 5 m)
150 sitios /h/d (distancia
de siembra de 6 x 6 m)
- Hoyado 80 hoyos /h/d (40 x 40 cm
vaciados)

TABLA 2. Producción de Frutos y Semillas en los Huertos Rodales

Especie	1989		1990		1991		1992		1993		Total Semilla (kg)	
	No. buitos	Semilla Kg	No. Buitos	Semillas Kg	No. Buitos	Semillas Kg	No. Bultos	Semillas Kg	No. Bulto	Semillas Kg		
<i>P. tecunumanii</i> (Rodal)	-	-	0.5	0.02	1.0	0.10	1.5	0.02	0.05	0.14		
<i>E. grandis</i> (Rodal)	9	14	38	41.9	46	50.6	24.5	38.1	-	-	1.32	144.6
<i>E. grandis</i> (Huerto)	-	-	-	-	1.5	4.3	21.5	61.3	2.9	65.6		

X : Promedio de kilogramos de semilla/bulto

3.1.3. Siembra. 60 árboles/h/d (incluidas las labores de distribución de los árboles y poda radicular).

3.1.4. Fertilización. Doscientos (200) árboles/h/d (localizado en corona, alrededor del árbol).

3.2. MANEJO

3.2.1. Construcción de Cercos. 40 m/h/d (postes cada 2.50 m y tres cuerdas de alambre).

3.2.2. Construcción de Drenajes: 40 m/h/d.

3.2.3. Control de Malezas

Química	:	0.25 ha/h/d (aquí se debe incluir el rendimiento del producto, el cual se estima en 0.7 gl/ha.
Manual	:	0.2 ha/h/d
Mecanizada	:	1.5 ha/h-m/d

3.2.4. Fertilización. 150 árboles/h/d (localizado en corona, alrededor del árbol).

3.2.5. Subsulado. 1.6 ha/h-m/d.

3.2.6. Podas. 75 árboles/h/d (de la copa).

3.2.7. Polinización Manual. Entre 7 - 10 clones/h/d. Cada clón con un promedio de cinco flores receptivas.

3.2.8. Recolección de Semilla

- 0.5 Bultos de conos/h/d, que equivalen a 0.02 kg de semilla/h/d, para el *P. tecunumanii*.

- 2,0 bultos de cápsulas /h/d, equivalentes a 5.8 kg de semilla/h/d, para el *E. grandis*.

3.2.9. Transporte. Tanto el transporte de los bultos de frutos de las áreas de producción de semilla a la bodega de la finca más cercana, y de esta al centro de procesamiento, se hace en una camioneta de estacas, con una capacidad de carga de una tonelada.

3.2.10. Procesamiento. El proceso completo para la obtención de semilla, que va desde su extracción de los frutos, limpieza y almacenamiento, lo hace un solo operario, el cual tiene contrato fijo por todo el año.

INTRODUCCION A UN SISTEMA OPERATIVO PARA EL MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES

Enrique Trujillo N.
Especialista Semillas Forestales
PROSEFOR

PRESENTACION

El trabajo con fuentes semilleras tiene como complemento indispensable, el adecuado manejo y registro de la semilla propiamente dicha, tanto en el campo como en los centros de procesamiento y distribución. Una confusión en el proceso, mezcla de la semilla o pérdida de información, trae como consecuencia la pérdida del verdadero valor de la semilla como, es su información inherente.

El procesamiento y registro de los datos de las fuentes, como de la semilla en sí, debe estar apoyado por un sistema operativo debidamente estructurado, donde sea posible identificar y etiquetar los lotes de frutos y semillas, dar seguimiento y evaluar las actividades y llevar un historial completo de cada colecta.

El proyecto de semillas forestales (PROSEFOR) de CATIE, ha diseñado un sistema operativo modelo que compila todas las operaciones de la semilla, desde la selección de las fuentes hasta la entrega final al usuario. Este sistema modelo será objeto de una presentación detallada tanto a los Bancos de Semillas de los países involucrados, como a los productores privados, acompañado de la asistencia y capacitación que sean necesarios. Sin embargo, en el presente curso se ha decidido incluir una presentación a título general, con el propósito de enfatizar en su importancia y dejar un esbozo de su contenido, a fin de que los Bancos o productores privados que manejan este insumo, prevean las condiciones mínimas básicas necesarias para su implementación eventual.

El sistema operativo está siendo objeto de implementación y sistematización por parte de PROSEFOR, a la vez que será publicado próximamente, por esta razón sólo se presentan los formularios básicos, con el fin de proporcionar herramientas preliminares que permitan la solución de problemas actuales en la producción de material reproductivo. Se espera que próximamente, el sistema unificado se implemente de una manera definitiva en cada país, con los mismos criterios de trabajo, de tal manera que se haga posible el establecimiento y posterior funcionamiento de una red regional de semillas forestales.

DESCRIPCION DE FUENTE SEMILLERA

CODIGO DE LA FUENTE _____

ESPECIE

Nombre Común: _____	Familia: _____
Nombre Botánico: _____	Origen: _____
Procedencia: _____	

INFORMACION GEOGRAFICA

Fecha de última evaluación: _____

Caserío: _____	Cantón: _____
Distrito: _____	País: _____
Prov/Dept: _____	
Latitud: _____° ' _____ Longitud: _____° ' _____ Altitud: _____ m s.n.m.	
Delimitación de la fuente y localización detallada	

Mapa referencia (anexo 1) <input type="checkbox"/>	
Croquis (anexo 2) <input type="checkbox"/>	

INFORMACION CLIMATICA

Fecha de última evaluación: _____

TOPOGRAFIA: Pendiente: _____	Aspecto: _____													
Notas: _____														
Zona de vida (Hollidridge): _____														
Estación meteorológica representativa: _____ Años de obs.: _____														
lat: _____° ' _____ long: _____° ' _____ altitud: _____ m.s.n.m.: _____														
	ene	feb	mar	abr	may	jun	jul	ago	set	oct	nov	dic	total	prom.
Precipit.														
Temp. promedio: _____ °C		No. meses con menos de 50 mm: _____		Factores climáticos limitantes: _____										

INFORMACION SOBRE LA FUENTE

Fecha de última evaluación: _____

Tipo ¹ : _____	Año de establecimiento: _____
Area: _____ ha,	Densidad: _____ árboles/ha
Altura ² : _____ m,	Dap ² : _____ cm
Calidad de los árboles; Proporción en clase 1 _____ y clase 2 _____/ha	
Sanidad: _____	
Grado de intervención ³ : _____	
Grado de aislamiento: _____	
Observaciones ⁴ : _____	

Datos de análisis genéticos (anexo 3) <input type="checkbox"/>	

1) Huerto semillero comprobado, huerto semillero no comprobado, rodal semillero, fuente seleccionada, fuente identificada (en bosque natural, plantación, parcela experimental, etc. especificar).
 2) Basados en una muestra representativa, excluyendo árboles suprimidos.
 3) No intervenido, raleos efectuados, necesidades de intervención, etc.
 4) Cualquier otra información relevante (características del suelo, incidencia o peligro de incendios, etc.)

INFORMACION DE COLECTA

Especie: _____, Procedencia: _____
 Fuente de semilla. N° _____
 Período de floración: _____, Frecuencia: _____, Período de maduración de frutos: _____
 Datos de cosecha
 Método: _____
 Colección método: _____
 Condición del camino: _____, Distancia de la carretera al sitio: _____ km
 Propietario/permiso: _____, Dirección: _____
 Telefono: _____
 Observaciones: _____

INFORMACION DE COSECHA

Fecha de la última evaluación:

	calculos	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año	Año
EVALUACION DE LA COSECHA										
1 +	Floración si/no/fecha									
2 +	No. de árboles semilleros									
3 +	No. of fruits/tree									
4 +	No. of seed/fruit									
5 +	Peso de mil semillas del año anterior (g)	(25)								
6 -	Año pasado o estimación factor de conversión	(26)								
7 -	Estim. peso sem. de cosecha kg(2x3x4x5x6/1000x1000)									
	* Cosec frutos: Abundante(1),Media(2),Baja(3),Nula(4)									
DATOS DE COLECTA										
8 +	No. de escaladores									
9 +	Período de colecta									
10 +	No. de días									
11 -	No. de recolectores/día									
12 +	No. de árboles de colecta									
13 +	Espaciamiento o árboles por Ha									
14 -	Promedio de árboles recolectados /día	(12/11)								
15 +	No. de sacos colectados y capacidad									
16 -	Promedio de sacos / recolector	(15/11)								
17 -	Promedio de sacos / árbol	(15/12)								
18 +	Transporte usado / días									
19	Colector									
	* Prueba de corte: % viables									
INFORMACION DE LA SEMILLA										
20 +	kg de frutos									
21 +	Semilla extraída (kg)									
22 -	kg semilla / kg frutos	(21/20)								
23 -	kg semilla / saco	(21/15)								
24 -	kg semilla / recolector / día	(21/11)								
25 +	Peso de 1000 semillas (g)									
26 -	Fac. conversión: actual/estim. cosecha (12x21/2x7)									

*: field figure, +: seed centre figure, -: calculated figure

Pegar la sección correspondiente de la hoja cartográfica (1:50.000) en el área indicada, mostrando claramente la ubicación de la fuente.
 Hacer una breve descripción escrita, indicando puntos de referencia fácilmente reconocibles.

INFORMACION SOBRE LA RECOLECCION

Número de árboles colectados: _____ Espaciamiento de los árboles : _____
Colectado por: _____ Proyecto/Comp. Año: _____ Lote de semilla N°: _____

EN CASO DE COMPRA O IMPORTACION

Colector: _____ Proveedor: _____ N° Proveedor: _____
Fecha de recolección: _____ Fecha de importación: _____ Descripción de la fuente
semillera del proveedor
Notas: _____

Datos de calidad de la semilla del suplidor: Contenido de Humedad: _____ %
Peso de 1000 semillas: _____ g Pureza: _____ % Geminación: _____ %
Tratamientos: _____

Nombre: _____ Firma: _____
Cargo: _____ Fecha: _____

DIARIO LOTE SEMILLAS

Especie: _____, Procedencia: _____, Nº Fuente semillera _____
Nº Lote _____/_____

Para cada proceso: Fecha, métodos, tiempo consumido y cantidades (materiales y dinero) estado de la cosecha, observaciones y persona encargada.

Medición de la cosecha: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Colección de semillas: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Almacenamiento temporal en el campo: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Transporte: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Secado: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Extracción: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Limpieza: _____

_____ CH: _____ %, Peso: _____ Fecha: _____ Firma: _____

Otras notas: _____

_____ Fecha: _____ Firma: _____

Apoyar las observaciones en la pag _____

Ejemplo de sobre para solicitar los análisis de laboratorio

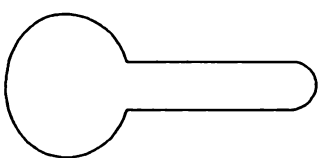
SOLICITUD DE MUESTRA PARA ANALISIS DE LABORATORIO
N° lote : _____/_____
Especie: _____
Fuente Semillera: _____
Cantidad: _____g
Solicitado por: Lab , Almacén , para:

- Contenido de humedad
- Pureza %
- Peso de 1000 semillas
- Germinación %
- Prueba de corte
- _____
- _____
- _____

Observaciones:

Fecha: _____ Firma. _____

Ejemplo de etiqueta

	ACACIA MANGIUM	BA035/94A
	RIAM KIWA, PLOT NO. _____	
	ex. IRON RANGE	

LOTE: _____ / _____ NOMBRE CIENTIFICO: _____

NOMBRE COMUN _____

PROCEDENCIA: _____
ANALISTA: _____

FECHA RECOLECCION: _____

FECHA ANALISIS: _____

PUREZA

Repetición	A		B	
Peso inicial	g		g	
Componentes	Gram	%	Gram	%
Semilla pura				
Mat. inerte				
SUMA				

PESO DE MIL SEMILLAS

Repetic.	X	X2
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
SUM		
PROM		

CONTENIDO DE HUMEDAD

No.	M1	M2	P. Sem.
1			
2			

Diferencia entre A y B: _____ %
Tolerancia ISTA: _____ %

Nuevo Análisis: Si No
& PROMEDIO _____
Fecha de análisis: _____

Repeticiones 5 g c/u	% del peso original
A	
B	
PROMEDIO =	

Peso de mil semillas: _____ g

Diferencia: _____

Coef. variación = _____
C.V. menor que 4: Si No

Nuevo análisis: Si No

Fecha de análisis: _____

No. de semillas puras / kg	No. semillas puras + impurezas /kg	% Germinación	No. de semillas viables /kg	% Corte	E.G.



Nº 3414

Solicitud Importación u Exportación de Semilla

IMPORTACION

EXPORTACION

Día

Mes

Año

Importador (Nombre y dirección)

Exportador (Nombre y dirección)

Nombre Cient.

Nombre común

Variedad o
Híbrido

Peso (kg.)

Unidades

Valor \$

País de origen:

Uso:

Medio transporte:

Aduana de recibo o envío:

Observaciones:

Solicitante

Timbre

Recibido por:

Cédula

Fecha



REPUBLICA DE COSTA RICA
MINISTERIO DE AGRICULTURA Y GANADERIA (M.A.G.)
DIRECCION GENERAL DE SANIDAD VEGETAL
DEPARTAMENTO FITOSANITARIO DE EXPORTACION
CERTIFICADO FITOSANITARIO DE EXPORTACION
(Phytosanitary Export Certificate)

Nº 83870

DFE-001

1º Nombre y dirección declarados del exportador: Declared name and address of exporter:		2º Nombre y dirección declarados del importador o destinatario: Declared name and address of consignee:	
3º A las Autoridades de Protección Fitosanitaria de: To Plant Protection Organization of:	4º Lugar de origen Place of origin	5º Punto de entrada declarado Declared point of entry	6º Medio de transporte y puntos de salida declarados Declared means of conveyance and point of exit
7º Descripción: Número y descripción de los bultos/ cajas, nombre botánico, nombre común del producto Description: number and description of packages, botanical name, common name of plants or product			8º Cantidad declarada del producto, valor unitario y valor total Declared quantity and total value
9º Por la presente se certifica que las plantas o productos vegetales descritos, se han inspeccionado de acuerdo con los procedimientos adecuados y se encuentran aparentemente libres de plagas. Cuarentenarias y prácticamente libres de otras plagas nocivas y que se considera que se ajustan a las disposiciones fitosanitarias vigentes en el país importador. This is to certify that the plants or plant products have been inspected according to appropriate procedures and are considered to be free from quarantine pests, and practically free from other injurious pests, and that they are considered to conform with the current phytosanitary regulation of the importing country.			

10º Declaraciones adicionales:
Additional declaration:

11º Tratamiento de Desinfección y/o Desinfestación Desinfestation and/or disinfection treatment		13º Lugar de Expedición: Place of issue:	
Tratamiento: Treatment:	Ingrediente Activo: Active ingredient:	14º Fecha de Inspección: Inspection date:	
Duración y temperatura: Duration and temperature:	Concentración: Concentration:	Fecha: Date:	15º Nombre y firma del funcionario autorizado Name and signature of authorized officer:
Información adicional Additional information	Responsable Responsible		

La Dirección General de Sanidad Vegetal del M. A. G. de Costa Rica, sus funcionarios y representantes, declinan toda responsabilidad civil, por daños y perjuicios resultantes del mal uso que se le da a este Certificado.
 No liability shall attach to the Plant Protection Inspection Service of the Ministry of Agriculture and Livestock of Costa Rica, any officer or representative of this Ministry with respect to this certificate

ORIGINAL

IUSA - Tel.: 22-0991

PROGRAMA
Curso Corto
Identificación, Selección y Manejo
de Rodales Semilleros
CATIE, Turrialba

MARZO 7/94

7:00 Inscripción y registro de participantes. Edificio Posgrado, Aula A-3.

8:30 Inauguración Curso, Dirección General del CATIE. Edificio de Posgrado, Aula A-3.

9:15 Café

9:45 Lectura del programa del Curso. Información adicional y logística. Luis Fernando Jara, Coordinador.

10:30 Presentación de los participantes y organizadores.

11:00 **Introducción General:** Objetivos y perspectivas de **PROSEFOR**. Rodolfo Salazar, Líder **PROSEFOR**.

11:45 Almuerzo

1:00 Presentaciones de los países participantes:
L- Estado Actual de la Actividad reforestadora en los países de América Central y República Dominicana.

1:00 Costa Rica, Tec. Luis Eduardo Ramírez, **DGF**.

1:30 El Salvador, Lic. Evelyn Elizabeth Hernández, **ISTA**.

2:00 Guatemala, Ing. Jorge René Escobar M., **CONFORSA**.

2:30 Honduras, Lic. Elda Fajardo e Ing. Melvin Geovany Cruz, **ESNACIFOR** y **COHDEFOR**.

3:00 Café

3:30 Nicaragua, Licda. Glenda Bonilla, **UNA** y Das. María A. Tijerino H., **INTECFOR**.

4:00 Panamá, Ing. Ricardo Osorio, **ANCON**.

4:30 República Dominicana, Ing. Ramón Díaz B., **ENDA-CARIBE**.

5:00 Receso

MARZO 8

8:00 Resumen del estado actual de la reforestación en América Central y República Dominicana. Luis Fdo. Jara, **PROSEFOR**.

9:00 Presentaciones de los países participantes:

IL- Estado actual de oferta y demanda de semillas forestales en América Central y República Dominicana.

9:00 Costa Rica, Licda. Hilda Pastrana Castillo, **DGF**.

9:30 El Salvador, Das. Juan Salinas, **Servicio Forestal**.

10:00 Café

10:30 Guatemala, Ing. Rigoberto López, **DIGEBOS**.

11:00 Honduras, Das. Angel Bárcenas, **ESNACIFOR**.

11:30 Almuerzo

1:00 Nicaragua, Justo Pastor Luna, **IRENA**.

1:30 Panamá, Das. Alcides Villareal, **INRENARE**.

2:00 República Dominicana, Ing. Yoni Rodríguez, **DGF**.

2:30 Resumen general del estado de oferta y demanda de semillas forestales en América Central y República Dominicana, L. Fdo. Jara y E. Trujillo, **PROSEFOR**.

3:00 Café

3:20 Taller: Análisis de la información sobre oferta y demanda de semillas forestales. Trabajo en Grupos. L. F. Jara, E. Trujillo, R. Salazar y H. Hvidberg-Hansen.

4:00 Receso

MARZO 9

8:00 La variación genética como base para el mejoramiento de árboles. F. Mesén, **PROSEFOR**.

9:00 Certificación de semillas en Costa Rica. Ing. Ana Lorena Guevara, Oficina Nacional de Semillas.

10:00 Café

10:30 **Introducción al mejoramiento genético forestal:** **L-** Principios y estrategias. F. Mesén, **PROSEFOR**.

11:30 Almuerzo

13:00 **Introducción al mejoramiento genético forestal:** **IL-** Procesos a corto y mediano plazo. F. Mesén, **PROSEFOR**.

14:00 Principios básicos para la identificación y selección de rodales semilleros. R. Salazar, **PROSEFOR**.

14:45 Café

15:15 Procedimiento para la identificación y selección de rodales semilleros. R. Salazar, **PROSEFOR**.

16:00 Establecimiento y manejo de rodales semille-

ros. F. Mesén, PROSEFOR.

17:00 Receso

MARZO 10

7:30 Salida de Campo.

9:00 **Visita al Sitio 1:** La Cangreja. Plantación de Jaúl (*Alnus jorullensis*), Cantón San Isidro del General, Prov. de Cartago. Práctica sobre identificación y evaluación de rodales. L.F. Jara, F. Mesén y R. Salazar.

11:00 Evaluación del rodal identificado. Conclusiones y recomendaciones.

12:00 Almuerzo - Restaurante Quijongo (Comida china)

1:30 **Visita a Sitio 2:** plantación de Ciprés (*Cupressus lusitaca*), Distrito Coris, Cantón Guarco, Provincia Cartago, Práctica sobre selección y evaluación de la calidad del rodal. L. F. Jara, F. Mesén y R. Salazar.

3:00 Análisis y evaluación de la información recolectada. Conclusiones y Recomendaciones.

3:30 Regreso a Cartago.

4:00 Visita a la Basílica de Nuestra Señora de los Angeles (patrona de Costa Rica) en Cartago.

5:00 Regreso a CATIE.

MARZO 11

8:00 Ventajas y desventajas del establecimiento de un registro nacional de rodales semilleros. Hans Rouhnd, CMG-BSF, IRENA-DANIDA, Nicaragua.

8:30 Criterios y procesos para la identificación y selección de especies y procedencias forestales. F. Mesén, PROSEFOR.

10:00 Café

10:30 Selección, establecimiento y manejo de una fuente semillera de *Pinus patula* spp *tecumumanii* en Nicaragua. Lars Ravensbeck, CMG-BSF, IRENA-DANIDA, Nicaragua.

11:30 Almuerzo

1:00 Factores y estímulos artificiales que afectan la producción de semillas forestales tropicales. E. Trujillo, PROSEFOR.

1:45 Estudio de Caso: El registro nacional de rodales semilleros en Dinamarca. H. Roulund, CMG-BSF IRENA-DANIDA.

2:45 Café

3:00 Establecimiento y manejo de rodales semilleros de *Pinus tecunumanii* y *Eucalyptus grandis* en Colombia. Norha Isaza, Smurfit Cartón de Colombia.

4:00 Receso

MARZO 12

(Sábado)

7:00 Salida al Volcán Irazú vía Santa Cruz (opcional).

9:30 Visita al cráter del volcán y alrededores.

11:30 Regreso vía San José - Cartago.

12:00 Almuerzo típico de zona de altura.

2:00 Regreso a CATIE.

MARZO 13

(Domingo) Libre

MARZO 14

8:00 Establecimiento y manejo de rodales semilleros de Pochote (*Bombacopsis quinata*) y *Gmelina arborea* en Colombia. Hernán Uruetía, Monterrey Forestal, Colombia.

9:00 Producción y rendimientos de semilla de *Pinus tecunumanii*, *P. oocarpa* y *Eucalyptus grandis* obtenidas de rodales y huertos semilleros en Colombia. Norha Isaza, Smurfit Cartón de Colombia.

10:00 Café

10:30 Producción y rendimientos de semilla de Pochote (*Bombacopsis quinata*) y *Gmelina arborea* provenientes de rodales y huertos semilleros en Colombia. H. Uruetía, Monterrey Forestal.

11:30 Almuerzo

1:00 Algunas directrices generales para la formación de grupos de productores de semillas forestales en América Central y República Dominicana. R. Salazar, PROSEFOR.

1:30 Introducción al sistema de registro de semillas forestales, E. Trujillo, PROSEFOR.

2:00 Taller: Propuesta para el establecimiento de un registro regional de rodales semilleros. Discusión. R. Salazar, F. Mesén, H. Hvidberg Hansen y L. F. Jara, PROSEFOR.

3:30 Café

4:00 Programa de visitas próximos días a Cantón de Hojancha, Provincia de Guanacaste. L. F. Jara.

4:30 Receso

MARZO 15

6:00 Salida para Cantón de Nicoya, Guanacaste.

1:00 Llegada a Hotel Curime, Nicoya. Instalación y almuerzo.

2:30 Salida para Cantón de Hojancha, Guanacaste.

3:30 **Sitio 3:** Betania, Propiedad Héctor Víquez. Rodales de Teca y Pochote. Práctica sobre selección y evaluación de calidad fenotípica. Trabajo en grupos. L.F. Jara, F. Mesén.

5:00 Salida a Sitio 4

5:20 **Sitio 4:** Cuesta Blanca, propiedad de Carlos Rodríguez. Rodal de Gmelina. Práctica sobre criterios para la identificación de un rodal semillero. L. F. Jara, F. Mesén.

6:00 Regreso a Hotel Curime, Nicoya.

MARZO 16

6:30 Desayuno Hotel Curime.

7:30 Salida a Cantón de Hojancha.

8:00 Visita Oficina del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH). Palabras del Adm. Dimas Rojas e Ing. José Miguel Valverde.

8.30 Salida a Sitio 5

8:45 **Sitio 5:** Hda. Forestal Doña Nelly, Propiedad Alvaro Rodríguez. Rodal de Gmelina para evaluación y selección. Práctica de aplicación de criterios; muestreo, marqueo y evaluación de calidad fenotípica. Ing. J. M. Valverde, CACH.

10:00 **Sitio 6:** Jardín clonal de Pochote. Propiedad del CACH. Ing. José M. Valverde, CACH.

10:30 Salida a Sitio 7

10:45 **Sitio 7:** Pilangosta. Propiedad de Victoriano Mena. Rodal semillero de Gmelina en proceso de mejora. Evaluación fenotípica. Ing. Danilo Méndez, DGF-MADELEÑA.

11:15 Salida para sitio 8

11:45 **Sitio 8:** Matambú. Propiedad de Manuel Villagra. Rodal de Gmelina seleccionado y registrado. Producción y manejo por parte de productor. Ing. J.M. Valverde, CACH.

12:30 Salida a Hojancha

12:45 Almuerzo típico. Restaurante Nohemi

2:00 Salida a Sitio 9

2:20 **Sitio 9:** Barra Honda A. Propietario Marcos Rodríguez. Ensayo de Procedencias de *Gmelina arborea*. Procedencias para sitios secos. Ing. Danilo Méndez, DGF-MADELEÑA.

3:00 Salida a sitio 10

3:30 **Sitio 10:** Barra Honda B. Propiedad de Marcos Rodríguez. Ensayo de procedencias de *Tectona grandis* en ladera. Ing. Danilo Méndez, DGF y MADELEÑA.

4:30 Salida para Sitio 11

5:00 **Sitio 11:** San Joaquín. Propiedad de Guillermo González. Ensayo de Procedencias de *Eucalyptus camaldulensis*. Ing. Danilo Méndez, DGF - MADELEÑA.

5:45 Regreso a Nicoya, Hotel Curime.

MARZO 17

6:30 Desayuno Hotel Curime, Nicoya.

7:30 Salida a Parque de Zarcero.

11:00 Llegada Parque Zarcero.

11.45 Salida a Sarchí.

12:30 Almuerzo en Sarchí y visita a centros artesanales (madera).

3:00 Salida a CATIE

6:30 Llegada a CATIE

MARZO 18

8:00 Repaso de conocimientos. L.F. Jara, H.Hvidberg-Hansen, R. Salazar. E. Trujillo, F. Mesén.

8:30 Evaluación del curso.

9:00 Mesa Redonda: Algunas estrategias para las actividades del PROSEFOR en América Central y República Dominicana. L.F. Jara, H.Hvidberg-Hansen, R. Salazar. E. Trujillo, F. Mesén.

10:30 Café

11:00 Acto de Clausura por representante de DANIDA. Entrega de Certificados.

11:30 Salida a Restaurante Turrialtaico.

12:00 Almuerzo típico de despedida.

2:30 Regreso al CATIE.

**LISTA DE CANDIDATOS PARA EL CURSO REGIONAL
"IDENTIFICACION, SELECCION Y MANEJO DE RODALES SEMILLEROS".**

GUATEMALA:

Ing. Jorge R. Escobar Méndez
CONFORSA
Ruta 2, 4-47 Zona 4
Guatemala
Tel: 344413 - 326333
Fax: (502) 2 32-6333

Ing. Oscar F. Oliva García
BANSEFOR - DIGEBOS
7a. Ave. 7-00, Zona 13
Ciudad de Guatemala
Tel: (502)2 73-5211/735209/
735208
Fax: (502)2 73- 5211/14/15

Ing. Rigoberto López Rucuch
Banco de Semillas
DIGEBOS
7a. Ave. 7-00, Zona 13
Ciudad de Guatemala
Tel: (502)2 720736/46
735215
Fax: (502)2 735214/15
735211

EL SALVADOR

Ing. Evelyn E. Hernández J.
Instituto Salvadoreño de
Transformación Agraria
Avda. Las Mercedes,
Km 5 1/2 carretera Santa Tecla,
El Salvador
Tel: (503) 246334
Fax: (503) 240916

Ing. Julio A. Olano Noyola
Dirección General de Recursos
Naturales - MAG
Apdo. 2265
Cantón El Matazano,
Soyapango, El Salvador
Tel: (503) 77- 0622
Fax: (503) 77- 0490

Das. Juan A. Salinas Gutiérrez
Servicio Forestal/Recursos
Naturales/MAG
Apdo. 2265
Cantón El Matazano, Soyapango
El Salvador
Tel: (503) 77- 0622 Ext. 70 ó 64
Fax: (503) 77- 0490

COSTA RICA

Lic. Hilda Pastrana Castillo
Centro Nacional de Semillas Forestales
DGF/MIRENEM
Apdo. 8-5810-1000
San José, Costa Rica
Tel: 82 7645
35-3058
Fax: 40 5717

Luis Eduardo Ramírez Sánchez
DGF/MIRENEM
Apdo. 8-5810-1000
San José, Costa Rica
Tel: 82 7645
Fax: 40 5717

Ing. Ana Lorena Guevara Fernández
Oficina Nacional de Semillas
Entre calles 21 y 25, Ave. 8
Apdo. 1039 - 1000
San José, Costa Rica
Tel: 23- 5922
Fax: 23- 5431

Ing. Miguel H. Chacón Lizano
Oficina Nacional de Semillas
Entre calles 21 y 25, Ave. 8
Apdo. 1039 - 1000
San José, Costa Rica
Tel: 23- 5922
Fax: 23- 5431

NICARAGUA

Ing. Glenda del Carmen Bonilla Z.
UNA
Km 12 carretera Norte
Managua, Nicaragua
Tel: (505) 31146/31501 ext 152
Fax: (505) 31950

Justo Pastor Luna Solano
Sección Forestal
Estación Experimental El Recreo
IRENA
Apdo. 1764
Km 12 1/2 carretera Norte, Managua
Nicaragua
Tel: (505)31- 110/4
78-5058
Fax: (505-2) 67- 2013
31622

María Auxiliadora Tijerino Huete
INTECFOR
Apdo. 74
Carretera Panamá. Km 135
Estelí
Nicaragua
Tel: (505) (071) 2235
Fax: Estelí (071) 2706

REPUBLICA DOMINICANA

Ing. Yoni Rodríguez
Dirección General Forestal
Centro de los Héroeos
Santo Domingo
Rep. Dominicana
Tel: (809) 533 5183
560 2004
Fax (809) 533 9039

Ing. Carmen Delis Cuevas Novas
Dirección General Forestal
Centro de los Héroeos
Santo Domingo
Rep. Dominicana
Tel: (809) 533 5183-88
595 4315
Fax (809) 533 9039

Ramón Alberto Díaz Beard
Enc. de Silvicultura y Manejo Forestal
ENDA-CARIBE, Medio Ambiente y
Desarrollo
Jardín Botánico
Apdo. 3370
Santo Domingo, Rep. Dominicana
Tel: (1) (809) 566-8321 / 549-4636
Fax: (1) (809) 541-3259

HONDURAS

Lic. Angel G. Bárcenas Matamoros
Responsable Banco de Semillas
ESNACIFOR
Apdo. No. 2
Siguatepeque, Comayagua
Honduras
Tel: 73-2011
73-2018
Fax: (504) 732300
732100

Ing. Elda N. Fajardo Munguía
ESNACIFOR
Apdo. No.2
Siguatepeque,
Honduras
Tel: 73-2018
33-1819
Fax: (504) 732300

Ing. Melvin G. Cruz Meléndez
COHDEFOR - ESNACIFOR
Apdo. 1378
Siguatepeque,
Honduras
Tel: 42-0800
43-1032
Fax: (504) 732300

PANAMA

Ricardo V. Osorio Casiano
Técnico Forestal
ANCON
Apdo. 1387
Panamá 1
Rep. de Panamá
Tel: (507) 64-8100
60-1586
Fax: (507) 64-5990

Alcides Villareal
Técnico Forestal
INRENARE
Paraíso, Ancón
Panamá 1
Rep. de Panamá
Tel: 53-0092
Fax: (507) 324083

VENEZUELA

Ing. Mary C. Torres Materan
Servicio Forestal Venezolano
Centro Simón Bolívar
Torre Sur P-23
El Silencio, Caracas
Venezuela
Tel: 582 - 408 - 15-01/408- 15-02
Fax: 582- 408 - 12 10/545- 28-21

BOLIVIA

Ing. David A. Villalobos Cáceres
PLAN AGROFORESTAL DE
CHUQUISACA (PLAFOR)
Casilla 637
Sucre, Bolivia
Tel: 32102/32314
Fax: 00591 64 31204

COLOMBIA

Ing. Gerardo Vélez Mesa
Industrias Forestales Doña María
Centro Coltejer Piso 27
Medellín, Colombia
Tel: 4 - 251 1115 Ext. 320
Fax: 4 - 251 8483

INSTRUCTORES EXTRANJEROS

Dr. Hans Roulund CMG-BSF
Asesor Principal
IRENA/DANIDA
Km. 12 1/2 c. Norte Managua
Nicaragua
Tel (505) 31622 - 31623
Fax: (505)2 672013

Ing. Lars Ravensbeck
Asesor Forestal
CMG - BSF
Nicaragua
Tel (505) 31622 - 31623
Fax: (505)2 672013

Ing. Hernán Urueña
Director Investigación Forestal
Monterrey Forestal
Cra. 9 No. 99-02 P-10
Bogotá, Colombia
Tel: 6161088
Fax: 571-6183095

Ing. Norha Isaza Pérez
Sección Rodales Semilleros
Smurfit Cartón de Colombia
A.A. 219, Cali
Colombia
Tel: (28) 243043 - 240671
Fax: (28) 240835

DIRECTRICES GENERALES PARA LA CONFORMACION DE GRUPOS PRODUCTORES DE SEMILLAS A NIVEL DE AMERICA CENTRAL

**Rodolfo Salazar
Líder PROSEFOR
CATIE**

INTRODUCCION

El CATIE, al impartir a través de PROSEFOR el curso de "Identificación, Selección y Manejo de Rodales Semilleros" a este grupo de profesionales de los países de la región, pretende, fortalecer las vías de comunicación entre profesionales e instituciones para facilitar y acelerar, en cada uno de los países, las actividades que aseguren de manera permanente el abastecimiento de semillas forestales de mejor calidad genética.

Debe entenderse con claridad que se trata en primer lugar de un proceso educativo de los distintos sectores involucrados en la actividad forestal, donde el mensaje principal es que para producir árboles de muy buena calidad y lograr plantaciones rentables, se debe hacer uso únicamente de semillas de buena calidad genética. En este sentido, quienes participan en este curso regional, deben asumir la responsabilidad de integrarse a nivel nacional y participar muy activamente en las actividades que se realicen a nivel de instituciones y productores, sobre producción de semillas forestales de alta calidad genética.

El objetivo de esta plática es analizar las actividades que deben empezar a realizarse en cada país, para iniciar la conformación del grupo nacional de productores de semillas y definir un esquema de trabajo para dar la asistencia técnica y fortalecer dichos grupos. En estas actividades se esperan acciones muy dinámicas en cuanto al establecimiento y manejo de rodales semilleros por parte de los participantes al curso.

GRUPOS DE PRODUCTORES DE SEMILLAS

Para acelerar el proceso de producción de semillas con mejor calidad genética, PROSEFOR hará uso de las plantaciones existentes en cada país y que califiquen para tal fin, ya sea que se encuentran en manos de particulares o de instituciones nacionales.

Estos propietarios integrados al Grupo de Productores de Semillas podrán:

- Recibir la capacitación adecuada para manejar los rodales semilleros y cosechar las semillas
- Recibir asistencia técnica para realizar los trabajos de manejo y mantenimiento del rodal
- Recibir orientación sobre los canales de comercialización de semillas
- Recibir información referente a oferta y demanda de semillas de las especies prioritarias, así como información referente a técnicas de producción de semillas
- Inscribir sus rodales semilleros en los registros nacionales de fuentes semilleras.

A través de la operación eficiente de estos grupos, se espera satisfacer la demanda nacional de semillas con mejor calidad genética y crear conciencia en el consumidor sobre la importancia de utilizar semillas genéticamente mejoradas.

El éxito en la conformación y operación de estos grupos está condicionado a una serie de factores y entre éstos los más importantes serán: la motivación que reciban por los beneficios económicos que obtendrán del rodal y por el apoyo técnico que reciban de parte de los profesionales y de los bancos de semillas respectivos, quienes deberán dar apoyo en la recolección, procesamiento, almacenamiento y comercialización de las semillas.

Los criterios para seleccionar los miembros de estos grupos que podrán ser productores particulares, grupos comunales o instituciones serán:

- Que cuenten con plantaciones o bosques naturales de alta calidad, que reúnan las condiciones para ser manejados como rodales semilleros.
- Que estén dispuestos a manejar y dar el mantenimiento técnico recomendado por los profesionales.
- Que tengan interés en participar en las actividades de capacitación que serán impartidas.

- Que estén dispuestos a acatar las regulaciones sobre recolección, manejo y comercialización de semillas impuestas por la institución nacional responsable.

ESQUEMA OPERATIVO DE LOS GRUPOS DE PRODUCTORES

Para conformar el Grupo de Productores y asegurar que se mantenga operando de manera activa, se requiere de la participación concreta de la o las instituciones nacionales responsables y de los profesionales que han recibido la capacitación respectiva. Los profesionales deben asumir la responsabilidad de coordinar e implementar las actividades necesarias con dichos productores. El personal técnico de PROSEFOR dará asesoramiento al grupo de colaboradores, para elaborar los planes de trabajo y dar seguimiento a las actividades programadas con los Grupos Productores.

A través de este asesoramiento técnico, se deberán hacer los ajustes necesarios a los planes de trabajo, para que los miembros se sientan cada vez más motivados de formar parte del Grupo y así fortalecerlo cada vez más.

Hasta la fecha, en la mayoría de los países se han venido realizando reuniones preliminares con las instituciones nacionales responsables y productores de semillas potenciales, se ha iniciado la identificación y la creación de registros de fuentes semilleras en El Salvador, Panamá y Costa Rica. Es necesario seguir fortaleciendo estas acciones ya para concretar estos Grupos. Las siguientes son algunas de las acciones que deben empezar a ser ejecutadas:

- Concluir con la identificación de las instituciones nacionales responsables de apoyar la producción de semillas forestales y definir su participación en el desarrollo del Proyecto lo antes posible.
- Concretar con la institución interesada, los mecanismos que le permitirán al técnico seleccionado colaborar activamente en los planes de trabajo de PROSEFOR a nivel nacional.
- Continuar con el apoyo de PROSEFOR en la identificación y selección de rodales semilleros.
- Apoyar activamente el desarrollo de actividades con los propietarios de los rodales seleccionados, para dar a conocer el interés e importancia de conformar el Grupo de Productores y motivarlos a integrarse.

- Consolidar el Grupo de Productores.
- Elaborar con el apoyo de PROSEFOR la estrategia para dar asistencia técnica a los miembros del Grupo.
- Planificar actividades de capacitación a los miembros del Grupo.
- Establecer y poner en operación un sistema para mantener informados a cada uno de los miembros del Grupo.
- Informar semestralmente al Profesional de Enlace sobre los avances de las actividades del Grupo.
- Coordinar con el Banco de Semillas las actividades de selección y comercialización de las semillas.

Ya en los países como El Salvador, Panamá y Costa Rica se han iniciado los contactos con posibles productores y se han preparado registros preliminares de rodales semilleros basados en los trabajos de selección realizados por Madeleña. Estos recursos deben de servir de base para desarrollar esta nueva etapa.

APUNTES SOBRE LA CONFERENCIA