

// 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 cruzas 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 C) 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 cruzas 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 espaciamiento 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 podes 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. Subsulado: 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 empaca 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 Productions 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