

USO DE LAS ÁREAS PRODUCTORAS DE SEMILLAS EN EL MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL. Braulio Gutiérrez C. Ingeniero Forestal, Instituto Forestal, Sede Concepción. Camino Concepción - Coronel Km 7,5. Casilla 109 C, Concepción, Chile.

RESUMEN

Se describen las características de las áreas productoras de semillas, analizándose su utilidad en un programa de mejoramiento genético forestal. Se entrega información recopilada de distintas fuentes en cuanto a establecimiento, manejo, producción y cosecha en áreas productoras de semillas.

Palabras clave: *Mejoramiento genético, semillas, producción*

ABSTRACT

Features of seed production areas are described. Its usefulness in a forest tree genetic improvement program are analyzed. Information collected from different sources about establishment, management, production and harvesting of seed production areas are also given.

Keywords: *Genetic Improvement, seeds, production*

INTRODUCCIÓN

En términos generales el objetivo del mejoramiento genético forestal es aumentar la proporción de árboles deseables, en las sucesivas generaciones de plantaciones comerciales. En este sentido, el desarrollo de individuos mejorados es un objetivo intermedio, orientado a la consecución del objetivo final que es la producción en masa del material mejorado.

Todos los programas de mejoramiento genético forestal, incluso aquellos basados en el uso de propágulos vegetativos, deben contemplar en alguna de sus etapas la producción de semillas para poder obtener ganancias genéticas progresivas en el tiempo, o para masificar la producción de individuos mejorados.

Se pueden implementar diversas alternativas para producir en forma inmediata semilla con algún grado de mejoramiento. Entre otros, se puede citar la cosecha desde rodales superiores, la cosecha desde árboles individuales seleccionados y la creación de áreas productoras de semillas.

Todos los métodos mencionados son de uso temporal, y normalmente se abandonan cuando se dispone de un huerto semillero permanente.

Generalmente, sobre estos huertos semilleros permanentes se concentran las esperanzas de obtención de ganancias genéticas, subestimándose o pasándose por alto las potencialidades que ofrecen los procedimientos provisionales de uso temporal.

Normalmente se afirma que los procedimientos de producción de semilla mejorada previos a los huertos no permiten obtener beneficios importantes. Efectivamente, las ganancias asociadas a estos procedimientos son menores que las derivadas del uso de semilla de huerto, pero aún así, el solo hecho de cosechar desde fenotipos seleccionados permite obtener ganancias en adaptabilidad que justifican la implementación del método.

En atención a estas consideraciones, en el presente documento se analizarán las características y potencialidades de la implementación de áreas productoras de semillas, como una fuente inicial de semilla mejorada, en espera de la instalación de los huertos semilleros de primera generación.

Este documento fue elaborado en el marco del proyecto FONDEF “Mejoramiento genético para especies de *Nothofagus* de interés económico” y corresponde a la metodología que se ha adoptado en él para el establecimiento de áreas productoras de semillas.

DEFINICIÓN DE ÁREA PRODUCTORA DE SEMILLAS (APS)

Un área productora de semillas es un rodal natural o una plantación joven que contiene un grupo de árboles que se han identificado como superiores al resto y que se

han conservado y manejado específicamente para la producción de semillas. En ellas se eliminan los fenotipos de poca calidad y se conservan sólo los mejores árboles para que se crucen entre sí y produzcan semilla con algún grado de mejora.

Estas estructuras de mejoramiento, generalmente corresponden a los primeros esfuerzos realizados al iniciarse un programa de mejoramiento genético.

Su uso suele ser temporal, destinándose a satisfacer las necesidades inmediatas de semilla, en espera de la creación o entrada en producción de los huertos semilleros que generarán semilla con un mayor grado de mejoramiento.

UTILIDAD DE LAS ÁREAS PRODUCTORAS DE SEMILLAS

En el caso de especies valiosas, de alto interés económico, y que justifican la implementación de un programa de mejoramiento genético, el uso de las APSs se constituye en una alternativa rápida para el abastecimiento de semillas. En estos casos su utilización será de carácter temporal mientras se desarrolla el programa de mejoramiento que garantizará la producción de material genético superior para el mediano y largo plazo.

Para las especies menores o de importancia económica secundaria, en las que no existe el interés por desarrollar un programa de mejoramiento complejo, las áreas productoras de semillas ofrecen una posibilidad práctica y operativa de controlar la calidad de la semilla, asegurando su adaptabilidad y garantizando algún nivel de mejora.

VENTAJAS ASOCIADAS AL USO DE LAS APSs

Las ventajas asociadas al uso de las áreas productoras de semillas se pueden resumir de la siguiente forma:

- Son de establecimiento rápido y simple.
- La producción de semillas ocurre en forma inmediata, no es necesario esperar años para que el área entre en producción.
- La semilla generada posee mejores cualidades genéticas que la semilla comercial corriente, especialmente en lo que se refiere a la adaptabilidad, características del fuste y de la copa, y resistencia a las plagas.
- Proporcionan semilla con origen geográfico conocido.
- Son de fácil acceso para la realización de los trabajos de cosecha y manejo.
- Son una fuente confiable de semilla bien adaptada a un costo moderado.

GANANCIAS GENÉTICAS ASOCIADAS AL USO DE SEMILLAS PROVENIENTES DE APS

El grado de mejoramiento genético, o nivel de ganancia, a obtener con un APS dependerá de varios factores, pero fundamentalmente del grado de selección que en ella se representa, y de la heredabilidad de las características que se evalúan o se pretende mejorar.

A pesar de lo anterior, el grado de mejoramiento genético obtenido al usar semillas de APSs suele ser desconocido, pues los progenitores son seleccionados sólo por sus características fenotípicas y normalmente no se efectúan las pruebas de progenies correspondientes.

Aún así, en ocasiones estas pruebas se realizan y han permitido verificar que en las áreas semilleras de pino, en el sur de Estados Unidos, se conseguía sólo un limitado mejoramiento en el crecimiento en volumen (Zobel y Talbert, 1988). Este escaso mejoramiento en el crecimiento en volumen es consecuencia de la baja heredabilidad que normalmente exhibe este carácter; sin embargo, se observan ganancias en la calidad de los árboles, su resistencia a las plagas, y en general en características de adaptabilidad.

Efectivamente, antecedentes derivados de ensayos con plantas provenientes de semillas generadas en áreas productoras de las especies *Pinus elliottii* y *P. taeda* confirman que estas muestran una escasa o nula superioridad sobre plantas producidas con semilla comercial corriente, en lo que se refiere a tasas de crecimiento, pero que si son claramente superiores en forma, uniformidad y resistencia a pestes. En estos tres últimos aspectos, las plantas provenientes del APS se comparan favorablemente con familias obtenidas por polinización controlada (Rudolf et al, 1974)

A pesar de lo anterior, existen situaciones en que el mejoramiento en crecimiento ha sido razonablemente bueno en áreas productoras de semillas de plantaciones de especies exóticas, incluyendo pinos y eucaliptos. En este último caso, se obtiene una raza local introducida (Zobel y Talbert, 1988).

Existen escasos antecedentes específicos relacionados con la ganancia en volumen asociada al uso de APSs. Muniswami (1977) señala que progenies de Teca (*Tectona grandis*) generadas con semillas provenientes de rodales naturales transformados en áreas productoras de semillas, exhiben, en promedio, un 10% más de volumen que los árboles producidos con semilla comercial sin mejoramiento. Por otra parte, en Finlandia, Oskarsson (1971) menciona ganancias en volumen de un 6% en árboles de *Pinus sylvestris* generados con semilla de APS, respecto a otros de semilla comercial.

Más antecedentes relacionados con las ganancias genéticas obtenidas como consecuencia del uso de APSs se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro 1
GANANCIAS GENÉTICAS ASOCIADAS AL USO DE SEMILLAS DE APS.

| ESPECIE | LUGAR | CARÁCTER | GANANCIA | FUENTE |
|-----------------------------|------------|------------|-----------|------------------|
| <i>Pinus radiata</i> | N. Zelanda | DAP | sobre 6% | Shelbourne, 1969 |
| <i>Pinus radiata</i> | N. Zelanda | Rect Fuste | sobre 25% | Shelbourne, 1969 |
| <i>Cupressus lusitanica</i> | Kenya | DAP | sobre 25% | Dyson, 1969 |
| <i>Pinus sylvestris</i> | Finlandia | Volumen | sobre 6% | Oskarsson, 1971 |
| <i>Tectona grandis</i> | | Volumen | sobre 10% | Muniswami, 1977 |

Derivaciones teóricas, de carácter general, realizadas sobre algunos supuestos asociados al proceso de transformación de un rodal natural en un APS, indican que la ganancia genética en volumen, como consecuencia del uso de APSs puede fluctuar entre el 6 y 12% (UACH-INFOR, 1996).

En la práctica, la ganancia aumentará en la medida que la intensidad de selección sea mayor. En este sentido, en la creación de las APSs la selección se verifica en dos niveles; primero la selección de rodales y después la selección de árboles dentro del rodal. La selección de árboles dentro del rodal está limitada por la existencia inicial de árboles y el número mínimo de ellos que se debe conservar para que el área sea eficiente, de aquí la importancia que la selección de los rodales a convertir sea lo más rigurosa posible.

PROCEDIMIENTOS METODOLÓGICOS PARA EL ESTABLECIMIENTO DE APS

El establecimiento de un área productora de semillas es una actividad relativamente simple, que rendirá los mejores resultados en la medida que se respeten rigurosamente las siguientes consideraciones básicas:

Selección de Rodales

Los rodales que en una primera inspección parecen apropiados para ser convertidos en APS frecuentemente resultan inconvenientes cuando se analizan con mayor detalle. En general, existen pocos rodales con edad y localización adecuada, y que además posean suficientes árboles de calidad para producción de semillas

El rodal que se transformará en APS debe ser el mejor de los rodales disponibles para ese sitio o localidad, y debe estar lo suficientemente alejado de otros de la misma especie con pobres características o de procedencias inadecuadas, de modo de evitar su contaminación con polen indeseable.

Idealmente el rodal debe ser puro, aunque se puede aceptar algún grado menor de mezcla con otras especies, siempre y cuando éstas no hibriden con la especie principal, o compitan con ella afectando su crecimiento y desarrollo.

Otros factores a considerar en la selección del rodal son su superficie y forma, topografía, número de árboles y edad.

Superficie y Forma

El dimensionamiento de la superficie del APS, o del número de rodales a transformar en APSs, es función de consideraciones técnicas (características de la especie, posibilidades de endogamia, contaminación con polen indeseable, etc.); los requerimientos o demanda de semilla; y de factores económicos.

En general las áreas productoras de semillas deben tener una extensión mínima cercana a las cuatro hectáreas, debido a que el manejo de rodales pequeños es improductivo, y el riesgo de introducir polen extraño es grande.

Por otra parte, deben privilegiarse el uso de rodales de forma compacta y bordes simples, evitando en lo posible, rodales alargados o de contorno demasiado irregular. Estas consideraciones obedecen a la necesidad de favorecer la panmixia.

Topografía

El rodal debe presentar una topografía que facilite el acceso y la realización de los trabajos de manejo y cosecha de semillas.

Idealmente debe ser un terreno plano y sin restricciones de acceso, lo que permite mecanizar algunas faenas y realizar visitas inspectivas durante todo el año.

Número de Árboles

No existen especificaciones rígidas respecto del número inicial de árboles que debe contener un rodal que se transformará en APS. Al respecto, la consideración fundamental es que debe contar con suficientes árboles, de modo de permitir la selección de un número adecuado de individuos de alta calidad para conservarlos como productores de semilla.

Para que la colecta sea eficaz y se asegure una adecuada polinización, se debe conservar entre 40 y 400 árboles productores de semilla por hectárea. Zobel y Talbert (1988) señalan que es recomendable conservar del orden de 125 árboles por hectárea. Si esto no es posible, la conservación de 50 a 75 árboles por hectárea se considera apropiado para uso operativo (Zobel y Talbert, 1988). Por otra parte, si no se puede obtener más de 25 árboles por hectárea no es recomendable la transformación del rodal en un área productora de semillas. En el caso de coníferas norteamericanas, se señala que el número mínimo de árboles que debería conservarse en un APS, fluctúa entre 35 y 70 árboles por hectárea (Rudolf et al, 1974).

Edad

Los rodales que se transformarán en APS deben tener la edad suficiente como para producir semilla y para que sus árboles desarrollen copas con adecuada cobertura para generar cosechas abundantes.

Ellos deben ser lo suficientemente viejos como para haber demostrado su adaptación al sitio (especialmente en el caso de plantaciones), haber exhibido superioridad sobre los rodales promedio, y tener la capacidad de producir buenas cosechas de semillas. Por otra parte, deben ser lo suficientemente jóvenes como para asegurar la producción de semillas durante varios años en el futuro, antes de que esta decaiga por pérdida de vigor.

En el sur de Estados Unidos la edad mínima para rodales de *Picea* que se transformarán en APS es de 30 años, mientras que la edad óptima se encuentra entre los 45 y 60 años (Rudolf et al, 1974). En esta misma región, Zobel (1988) indica que los rodales de especies de pino de entre 20 y 40 años de edad son apropiados para este fin.

En Gran Bretaña, Matthews (1962) señala que rodales de coníferas de 30 años, o de 40 en el caso de latifoliadas, son adecuados para constituir APSs.

Como antecedente complementario, en el Cuadro 2 se señalan las edades más adecuadas para la creación de APS en algunas coníferas del hemisferio norte.

Cuadro 2

EDADES MÍNIMAS Y ÓPTIMAS PARA LA TRANSFORMACIÓN DE RODALES EN APS

| ESPECIE | EDAD MÍNIMA (años) | EDAD PREFERIDA (años) |
|---------------------|-----------------------|--------------------------|
| <i>Picea</i> | | |
| <i>P. glauca</i> | 30 | 45 - 60 |
| <i>P. mariana</i> | 30 | 45 - 60 |
| <i>Pinus</i> | | |
| <i>P. banksiana</i> | 20 | 30 - 40 |
| <i>P. elliottii</i> | 20 | 30 - 40 |
| <i>P. palustris</i> | 25 | 30 - 50 |
| <i>P. resinosa</i> | 30 | 50 - 70 |
| <i>P. strobus</i> | 25 | 50 - 70 |
| <i>P. taeda</i> | 25 | 30 - 50 |

(FUENTE: Cole (1963) y Rudolf (1959), citados por Rudolf et al (1974))

Transformación

Por transformación se entiende el conjunto de actividades que permite convertir al rodal seleccionado en un área productora de semillas. Esto se consigue fundamentalmente a través de la selección de los mejores árboles del rodal, la

eliminación mediante raleo de los demás árboles, el establecimiento de una zona de aislación y la señalización del área.

Selección de Árboles Semilleros

En los rodales seleccionados para su transformación en APSs, los mejores árboles deben mantenerse en condiciones que les permitan producir semillas y ser polinizados por otros individuos de una calidad comparable.

El primer paso consiste en seleccionar y marcar a los mejores árboles como productores de semilla. Dependiendo de la especie, la calidad de los árboles y la edad del rodal, se seleccionan entre 40 y 400 árboles por hectárea. Estos árboles productores de semilla deben presentar atributos similares, aunque menos rigurosos, que los árboles seleccionados como plus para ingresar a un programa intensivo de mejoramiento.

Los árboles que conformarán el área semillera deben presentar las siguientes características:

- Ser vigorosos, fitosociológicamente dominantes o codominantes y libres de insectos y enfermedades.
- Tener un fuste recto y libre de defectos (acanaladuras, fibra espiralada, brotes epicórmicos, etc.)
- Las ramas deben ser pequeñas respecto del diámetro del fuste, y con un ángulo de inserción plano o cercano a 90° respecto al fuste.
- Las copas deben ser compactas, bien conformadas, con gran superficie foliar y buena poda natural.
- Tener antecedentes previos que indiquen que los árboles son capaces de producir semillas.

Raleo

El raleo que sigue a la selección de los árboles productores de semillas, tiene por objeto eliminar a los individuos inferiores y, a la vez, permitir que los fenotipos selectos permanezcan en condiciones que favorezcan el desarrollo de sus copas y la producción de semillas. En la medida que esta intervención se realice adecuadamente, se obtendrán los mejores resultados en términos de ganancia genética y de abundancia en la producción y cosecha de semilla.

El momento en que se realiza esta intervención determina la temporada a partir de la cual se puede comenzar la utilización del APS. Si el raleo se ejecuta después que los árboles han florecido, los árboles superiores remanentes, ya habrán sido contaminados

por el polen de los individuos que se ralearon, y habrá que esperar hasta la próxima temporada para contar con semilla mejorada.

Como procedimiento, todos los árboles que no cumplan con las especificaciones indicadas anteriormente, o que sean capaces de hibridar o competir con la especie deseada, deben ser eliminados del APS mediante uno o más raleos. Esta consideración es de importancia fundamental, pues en la medida que se implemente rigurosamente, se podrá obtener el mejor resultado (ganancia) en la utilización del APS.

No se debe dejar ningún árbol que esté por debajo del estándar definido, **ni siquiera por razones de espaciamiento**. Inclusive, si en algunos sectores del rodal sólo existen fenotipos inferiores, **todos ellos deben eliminarse, aún cuando esto origine grandes espacios en el rodal** (Zobel y Talbert, 1988).

Por otra parte, para obtener una abundante cosecha de semilla, los árboles seleccionados como productores deben tener su copa expuesta a plena luz solar por lo menos en tres de sus costados. Si en sectores del rodal se encuentran varios fenotipos superiores juntos, algunos de ellos deberán sacrificarse de modo de permitir que los remanentes reciban suficiente luz para responder a la intervención.

Como regla general, se sugiere que el espaciamiento promedio entre los árboles que permanecerán como productores de semilla, sea igual a la mitad de la altura de los árboles dominantes y codominantes del rodal (Rudolf et al, 1974). Un espaciamiento de tal magnitud puede producir un incremento de hasta treinta veces en la producción de semillas de algunas coníferas (Cooley, 1970), pero a su vez conlleva el riesgo real de caída de árboles por efecto del viento.

Los daños causados por el viento en los árboles remanentes se pueden controlar efectuando intervenciones más suaves y frecuentes, de modo de acondicionar gradualmente al rodal a la mayor exposición al viento.

Ipinza (1997) señala que un rodal que ha sido intervenido silvícolamente y que presenta una baja densidad, puede ser transformado en APS con una o dos intervenciones de raleo. Esta situación corresponde a la de los rodales de roble y raulí seleccionados como candidatos a APS en el marco del proyecto FONDEF "Mejoramiento Genético para Especies de *Nothofagus* de Interés Económico". Por otra parte, si el rodal es denso y los árboles muestran una fuerte competencia, será necesario realizar más de dos intervenciones para liberar paulatinamente las copas de los árboles que conformarán el APS.

En el Cuadro 3, se entrega un esquema de raleos aplicable en rodales semilleros jóvenes.

Cuadro 3
PLANIFICACIÓN DE RALEO EN RODAL SEMILLERO JOVEN.

| NUM ARB/ha | RALEO (%) | AÑO DE INTERVENCIÓN |
|------------|-----------|------------------------------------|
| 1.600 | 50 | 1 año después de cerrar las copas. |
| 800 | 50 | 2 años después del primer raleo |
| 400 | 75 | 2 años después del segundo raleo |
| 100 | | |

(FUENTE: Ipinza, 1997)

Otra consideración que debe observarse al realizar el raleo del rodal que se convertirá en APS, es que esta actividad debe ejecutarse con extremo cuidado, de modo de minimizar el daño que puedan sufrir los árboles remanentes. Los residuos de esta operación deben eliminarse del rodal para disminuir los riesgos de problemas sanitarios o incendios, y facilitar las operaciones posteriores de manejo y cosecha de semillas.

Aislación

Para minimizar la contaminación de los árboles seleccionados como productores de semillas, con polen de árboles indeseables de zonas aledañas al APS, ésta debe rodearse por una franja de aislación, también llamada franja de dilución de polen. Aún así, debe considerarse que el aislamiento total es virtualmente imposible de obtener, debido a que el polen puede ser movilizado por distintos agentes a distancias considerables; por lo mismo, el objetivo de la franja de dilución no es eliminar totalmente la contaminación, sino reducirla a niveles mínimos.

En este aspecto recobran importancia las consideraciones mencionadas para la selección de rodales, especialmente las referentes a la distancia que este debe conservar de las fuentes de polen contaminante.

Como regla general, Ipinza (1997) menciona que el APS debe estar separado de plantaciones u otras fuentes de polen en un radio de un kilómetro. Si esto no es posible, se debe intervenir las plantaciones cercanas al APS con un criterio similar al utilizado para el establecimiento del área productora de semillas, vale decir, eliminando a los fenotipos indeseables.

El área productora de semillas debe estar completamente rodeada por una franja de dilución de polen de un ancho variable según características de la especie. Ella se compone de árboles de las mismas características que los del APS, pero desde los cuales no se efectuará cosecha de semillas.

En la práctica, en los rodales que se han raleado para transformarlos en APS, se define una zona de cosecha constituida por los árboles ubicados en la zona central del rodal, de este modo la zona de dilución queda definida en forma automática por los

árboles ubicados en la franja periférica, desde los cuales no se cosechará semilla. El ancho de esta franja es variable, definiéndose que el valor mínimo debería estar entre 60 y 100 metros (Ipinza 1997). Estudios de dispersión de polen realizados en algunas coníferas de la costa este de Estados Unidos permiten afirmar a sus autores que una franja de aislación de 150 metros es suficiente.

Monumentación

La monumentación del área productora de semillas corresponde al establecimiento en terreno de señales que permitan su identificación. Para estos efectos suele ser suficiente un letrero que indique que el rodal es un APS, y algunas marcas que permitan identificar claramente la zona de cosecha de la zona de dilución de polen. Para esto último existen diversas alternativas, entre las más simples está la marcación con un anillo de pintura a la altura del dap y un número correlativo en los árboles que componen la zona de cosecha. Ipinza (1997) propone demarcar las zonas de cosecha y dilución con zanjas y postes enterrados en el suelo.

MANEJO DE LAS ÁREAS PRODUCTORAS DE SEMILLAS

El manejo del área productora de semillas está orientado a asegurar la obtención de cosechas abundantes de semilla. Para estos efectos existen diversos tratamientos culturales, aunque su aplicación no es tan común en las APS como en los huertos semilleros.

Consideraciones tales como el riego, o la inducción de floración por medios hormonales, u otros, no son comunes en las APS y se reservan principalmente para los huertos semilleros.

Entre las principales consideraciones para el manejo de un APS deben considerarse la fertilización, el control de plagas y enfermedades, y las medidas de protección del rodal.

Fertilización

Las aplicaciones de fertilizantes, junto con la apertura del rodal aumentan el vigor de los árboles, permitiendo obtener copas más densas y fuertes que producirán más frutos.

No obstante que la aplicación de fertilizantes puede mejorar la producción de semillas, en este aspecto hace falta información sobre dosis, compuestos a aplicar, épocas, y relación beneficio-costos de la aplicación.

Una prescripción efectiva de fertilización dependerá del conocimiento que se tenga de los requerimientos nutritivos de la especie y de la disponibilidad de nutrientes minerales en el suelo. Idealmente esta prescripción deberá estar basada en al menos dos años de ensayos en un rodal específico, en que al menos un año haya sido de buena

producción de semilla. Mientras no se cuente con esa información, se puede utilizar una prescripción de carácter general, como usar fertilización balanceada de NPK a razón de 450 kilos por hectárea, aplicado alrededor de cada árbol, una vez al año. La época de dicha aplicación también es crítica, pero si no se cuenta con información específica es recomendable efectuarla justo antes de la diferenciación de las yemas florales.

Protección contra Pestes y Enfermedades

El control de insectos debe tener una alta prioridad en los rodales manejados para producción de semillas debido a que las cosechas de frutos y semillas son arrasadas anualmente por una gran diversidad de insectos. Las pérdidas por este concepto varían de año en año, pero rara vez son menores al 10%, y pueden fácilmente llegar a constituir más del 50% de la producción.

Una adecuada medida de control preventivo que debe implementarse en las APS son las inspecciones periódicas para detectar la presencia de plagas o de enfermedades que puedan afectar a la producción de semillas. Una temprana detección de estos problemas, asociado al conocimiento de los agentes, facilita su control y erradicación.

Las aspersiones con insecticidas para controlar a los insectos que dañan las semillas pueden hacerse en forma aérea o terrestre. Su eficiencia como medida de control suscita discusiones, pues es difícil conseguir aspersiones que cubran totalmente a grandes árboles, son costosas y pueden tener efectos ambientales secundarios. Particularmente compleja resulta su aplicación en el caso de especies cuyo vector de polinización lo constituyen precisamente los insectos.

A pesar de lo anterior, muchos agentes de pérdida de semillas pueden ser efectiva y económicamente controlados mediante aspersiones de insecticidas, especialmente cuando se aplican en forma aérea.

En el caso de los *Nothofagus* contemplados en el proyecto, particularmente en raulí, el principal agente de pérdida de semillas lo constituye el coleóptero *Perzelia spp.* El daño causado por este insecto consiste en la perforación de la semilla como consecuencia de la movilización de la larva por su interior. El daño puede ser total o parcial. En la primera situación se observan dos agujeros, uno de entrada y otro de salida de la larva, en este caso el insecto se alimenta de todo el embrión dejando sólo la testa de la semilla. En el segundo caso sólo se destruye una fracción del embrión quedando la mayor parte de él en la semilla. Una forma de daño secundario asociado a este insecto consiste en la defoliación o esqueletización de las hojas más próximas a la cúpula (Schmidt et al, 1979 citado por Loewe et al, 1996).

Registros y Evaluación de Producción

El manejo del APS debe considerar la realización de evaluaciones de producción que deberán realizarse con registros diseñados especialmente e incluir todas las actividades

que se han realizado en el rodal. Con esta información se puede evaluar la eficiencia del APS para producir semilla; el momento en que debe efectuarse la cosecha; y decidir si el volumen de producción de semillas justifica o no la cosecha de un año determinado.

Una forma de realizar tales evaluaciones es inventariar en forma visual cada árbol, o una muestra de ellos, para determinar si existe una cantidad suficiente de semillas que garantice la colecta. Un procedimiento adecuado para estos efectos consiste en analizar, con la ayuda de binoculares, un sector específico de la copa y posteriormente extrapolar el número total de frutos en el árbol, a partir de la observación del sector determinado. En esta operación se debe tener en consideración que desde el suelo normalmente sólo se puede ver menos de la mitad del número total de frutos.

Otras Medidas de Manejo

Después del raleo para conformar las APSs se deben remover los desechos y los árboles volteados. Esta operación facilita el acceso al área, reduce el riesgo de incendios, enfermedades y plagas, y facilita la ejecución de otras labores de manejo y cosecha de semilla.

Idealmente el APS se debe manejar libre de malezas y sotobosque en general. Esta consideración es especialmente válida cuando se pretende recoger la semilla con lonas extendidas en el suelo.

El APS debe estar rodeado, especialmente durante la temporada estival, de un cortafuego cuyas características aseguren su protección ante eventuales incendios.

PRODUCCIÓN DE SEMILLAS ASOCIADA AL USO DE APS

Existen pocos antecedentes de producción de semillas en APSs, observándose que generalmente los árboles de un área productora de semillas producen más semilla que los de un rodal normal, esto como consecuencia del mayor espacio individual con que ellos cuentan y de las medidas de manejo tendientes a favorecer la producción de semillas.

Inmediatamente después del raleo que permite conformar el APS se puede observar una disminución en la producción de frutos y semillas como consecuencia del menor número de árboles por unidad de superficie. Posteriormente, en la medida que los árboles remanentes reaccionan a la intervención, la producción de semilla comienza a aumentar considerablemente. Por esta razón, la producción de semillas en el APS normalmente experimenta un desfase respecto al momento de la intervención.

En la Figura 1 se representa el porcentaje de incremento en la producción de semillas en un APS de la especie *Pinus taeda*, respecto del mismo rodal antes de la intervención. En él se observa que la producción de semillas se incrementa violentamente entre el segundo y tercer año después de la intervención, llegando a quintuplicarse y más

alrededor del cuarto año. También se hace evidente que el efecto de la intervención comienza a decrecer después del sexto año.

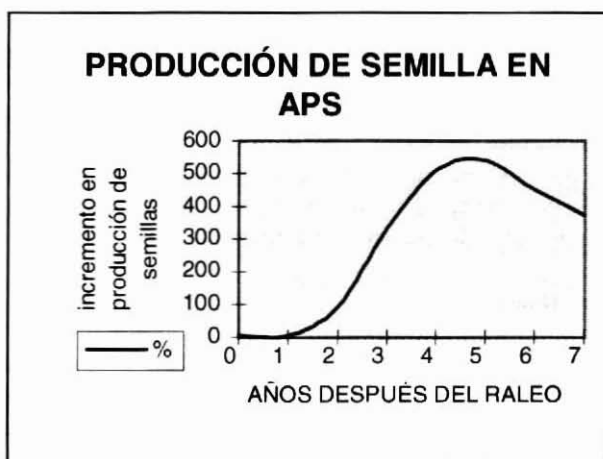


Figura 1. PRODUCCIÓN DE SEMILLA EN APS DE *Pinus taeda* DESPUÉS DE RALEO.

El incremento en la producción de semillas es muy variable, Cooley (1970) señala que en las condiciones de un APS la producción de conos en algunas coníferas puede aumentar en más de treinta veces. En el caso de áreas productoras de picea el aumento en la producción de semillas después del raleo que conformó el APS fue de 63%, mientras que en *Pinus taeda* hay antecedentes que la producción de las APS es entre 25 y 75% mayor que en cosechas corrientes.

Independiente de la magnitud de este incremento, no se debe olvidar que la ventaja del uso de semilla de APS está determinada por la calidad de la semilla, que es lo que en definitiva permite obtener algún grado de ganancia genética en las características que se pretende mejorar.

COSECHA DE SEMILLAS EN UN APS

Básicamente existen dos formas de cosechar un APS, dependiendo de si es temporal o semipermanente. La primera de ellas se utiliza cuando abundan los rodales de buena calidad para constituir APSs. En este caso, los árboles que conforman el área productora son talados para efectuar la cosecha, actividad que se realiza en un año de buena producción de semilla. La ventaja de este método es que la semilla se obtiene a un bajo costo, pero no es aplicable a la situación de los rodales de roble y raulí en Chile, por cuanto existen pocos rodales de características compatibles con la creación de APSs y capaces de generar semillas hasta que esté disponible la proveniente de huerto semillero.

En las áreas semilleras semipermanentes se opera bajo el principio que se obtendrán varias cosechas de semillas antes de talar los árboles. En este caso la obtención de la semilla involucra un costo mayor.

En este segundo caso, la cosecha de semillas debe efectuarse tomando las precauciones necesarias para minimizar los daños a los árboles, que puedan afectar a las cosechas de los años venideros.

La cosecha propiamente tal puede efectuarse de distintas formas, una de ellas es la recolección de semillas sobre telas extendidas en el suelo. En estos casos la semilla puede haber caído en forma natural o haber sido desprendida del árbol usando sacudidores mecánicos. Esta opción en general presenta riesgos fitosanitarios para la semilla y extiende el período de colecta a toda la temporada de dispersión de semillas.

El método preferentemente usado para cosechar las APSs es con la participación de escaladores profesionales. De esta forma se puede coleccionar la semilla en el momento más oportuno y en un período de tiempo relativamente breve.

La trepa de árboles es una actividad cara que debe ser efectuada por personal capacitado y con experiencia. Aún así, en la medida que se hallan realizado apropiadas evaluaciones de producción antes de la cosecha, el costo puede ser minimizado al efectuar la cosecha sólo en años de buena producción de semilla, y descartando a los árboles con escasa producción.

Estudios realizados en APSs de *Pinus elliottii* indican que si se considera para la cosecha sólo a los árboles que en una evaluación preliminar demuestran tener más de 100 conos en la copa, el 91% de la producción de semillas se puede obtener a un 58% del costo que hubiese significado escalar todos los árboles del APS. En forma análoga, si la colecta se realiza sólo en árboles con más de 200 conos, se consigue el 61% de la cosecha a un 38% del costo total. Resultados similares se señalan para *P. taeda* y *P. echinata* (Rudolf et al, 1974).

CONCLUSIONES

Durante los inicios de un programa de mejoramiento genético, las características de las APS y las ventajas asociadas a su utilización las convierten en excelentes herramientas al servicio de la producción operacional de plantas con algún grado de mejoramiento.

La calidad de semipermanente de las APS de roble y raulí que se implementarán en el marco del proyecto FONDEF "Mejoramiento Genético para especies de *Nothofagus* de interés económico", no impide que estas superficies sean destinadas finalmente a la producción maderera.

En compensación a la falta de información específica para APSs de roble y raulí, existe suficiente información para otras especies, particularmente coníferas, así como también antecedentes de carácter general, los cuales combinados con la experiencia práctica permitirán dimensionar eficientemente la creación y operación de APSs de las especies contempladas en el proyecto.

Los rodales seleccionados como candidatos a APS en el patrimonio de las empresas participantes del proyecto, reúnen las características casi definitivas de un APS, especialmente en calidad, densidad y pureza, por lo mismo su transformación se implementaría con una intervención relativamente sencilla.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cooley, J. 1970.** Thinning and fertilizing red pine to increase growth and cone production. USDA Forest Service. Research Paper N° 42. 5 p.
- Dyson, G. 1969.** Improvement of stem form and branching characteristics in Kenyan cypresses. En: World Consultation on Forest Tree Breeding. V. 1. FAO. Documentos. Roma, Italia. Pp 303 - 315.
- Ipinza, R. 1997.** Establecimiento y Manejo de Rodales Semilleros de Especies Forestales. Borrador de Documento en Preparación. 22 p.
- Loewe, V.; Toral, M.; Freitte, G.; Camelio, M.; Mery, A. y López, C. 1996.** Monografía de raulí *Nothofagus alpina*. Instituto Forestal. Santiago. 61 p +8 anexos.
- Matthews, J. 1962.** Seed selection and tree breeding in Britain. For. Comm., 8th Brit. Common. For Conf. 1962. East Africa. 5 p.
- Muniswami, K. 1977.** Population improvement and hibridization of teak. En: Third World Consultation on Forest Tree Breeding. Camberra, Australia, 21- 26 March, 1977. Pp 507 - 544
- Nienstaedt, H. y Snyder, B. 1974.** Principles of genetic improvement of seed. En: Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook n° 450. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Washington D.C., USA. Pp. 41- 52.
- Oskarsson, O. 1971.** Selection diferencial and the estimate of genetic gain in plus stands. Folia Forestalia. 104 p.

Rudolf, P.; Dorman, K.; Hitt, R. y Plummer, P. 1974. Production of genetically improved seed. En: Seeds of woody plants in the United States. Agriculture Handbook n° 450. Forest Service, U.S. Department of Agriculture. Washington D.C., USA. Pp. 53 - 74.

Schmidt, H; Ipinza, R. y Vial, L. 1979. Regeneración en bosque nativo de raulí. estudio bibliográfico. Proyecto FO:DP/CHI/76/003. Documento de Trabajo n° 24. 124 p.

Shelbourne, C. 1969. Provenance seed stands and provenance conservation stands. Danida. Technical Note n° 14. 42 p.

UACH-INFOR. 1996. Mejoramiento Genético para Especies de *Nothofagus* de Interés Económico. Documento de formulación de proyectos. Tercer Concurso Nacional de Proyectos de Investigación y Desarrollo. FONDEF.

Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Editorial Limusa. México. 545 p.