

DESARROLLO DE UNA RAZA LOCAL DE *Pinus taeda* *

María Cattáneo¹, Ricardo Methol²

INTRODUCCIÓN

Desde principios de la década del 90, se ha registrado en el país un notorio aumento del área forestada, promovido por la Ley Forestal 15.939. La superficie forestada en la actualidad supera las 600.000 has, correspondiéndose en su mayoría a especies de los géneros *Eucalyptus* (69%) y *Pinus* (27%) (M.G.A.P., 2003). Dentro del género *Pinus*, la especie de uso más difundido en Uruguay es *Pinus taeda*, contando actualmente con cerca de 115.000 has plantadas ubicadas principalmente en los departamentos de Rivera (43%), Tacuarembó (39%) y Paysandú (12%) (M.G.A.P., 2003). La madera de *P. taeda* es ampliamente conocida en los mercados internacionales por presentar buenas propiedades tecnológicas. El principal destino de *P. taeda* en Uruguay es la obtención de productos de madera sólida mediante el procesamiento industrial de la madera.

En 1992 el Programa Nacional Forestal del INIA comenzó un Plan de Mejoramiento Genético para *P. taeda* con el objetivo de producir semilla mejorada adaptada las condiciones ambientales y los objetivos de producción locales, de manera de poder cubrir las necesidades de los principales usuarios (viveristas, productores, empresas, etc.). Para alcanzar esto, el plan tiene dos objetivos específicos principales: 1) evaluar recursos genéticos externos a través de introducciones de materiales genéticos de otros países y 2) evaluar recursos genéticos locales a través de la identificación de individuos destacados en plantaciones del país (Bennadji y Methol, 1997). Siguiendo con el primer objetivo específico, se han instalado varios ensayos de procedencias (orígenes) y de progenies con un amplio número de familias en diversas zonas del país (Methol y Resquín, 2001; Methol, 2003).

Una alternativa a la estrategia basada en la evaluación de familias de varias procedencias que permite obtener semilla en forma más rápida, se basa en la selección de árboles claramente destacados (árboles plus) y en la formación de huertos semilleros clonales.

Basándose en estos antecedentes y en la inexistencia de semilla mejorada de *P. taeda* para las condiciones locales, el Programa Nacional Forestal del INIA elaboró el proyecto titulado “Desarrollo de una raza local de *Pinus taeda* adaptada a las condiciones agroecológicas del Uruguay”. Dicho proyecto fue financiado por el Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) del Ministerio de Educación y Cultura y se ejecutó entre enero de 2003 y diciembre de 2004. El objetivo general del proyecto fue obtener una raza local de *P. taeda* de la cual se pueda obtener semilla en el menor tiempo posible. Para lograr esto los objetivos específicos fueron: 1) identificación de al menos 150 árboles plus en plantaciones comerciales de todo el país; 2) establecimiento de un huerto semillero clonal a partir de la clonación de los árboles plus seleccionados y 3) instalación de tres pruebas de progenie de los árboles plus seleccionados.

En la presente publicación se reportan los resultados finales obtenidos en el proyecto.

SELECCIÓN DE ÁRBOLES PLUS

Metodología

La selección de árboles plus de *P. taeda* se realizó entre los meses de enero y junio de 2003. A continuación se describe la metodología empleada:

- 1) **Prospección de plantaciones comerciales.** Se seleccionaron plantaciones de *P. taeda* en 10 empresas forestales

* Resumen de la Serie Técnica 146, 2004. Desarrollo de una raza local de *Pinus taeda*: “Avances en Investigación”. Ing. Agr. M.Sc. ; Ing. Agr. Ph.D., Ricardo Methol. Convenio INIA-Forestal Oriental. ricardomethol@fosa.com.uy

ubicadas en varias localidades del país (Rivera, Tacuarembó, Paysandú, Río Negro, San José, Durazno) con la suficiente edad como para producir semilla (más de 10 años), con buen crecimiento, buena adaptación al sitio, buen estado sanitario y buenas características de forma. En total se prospectaron aproximadamente 2068 ha.

- 2) Identificación de los árboles “candidatos” para “árbol plus”.** Las características utilizadas como criterio de selección de los árboles candidatos fueron aquellas relacionadas con el crecimiento volumétrico, rectitud del fuste y características de las ramas.

- 3) Evaluación del árbol “candidato” y los árboles de alrededor.** Una vez seleccionado el árbol se procedió a medir el DAP del mismo y de los 20-30 árboles más próximos. Asimismo, se calificó la forma y las características de las ramas (diámetro y ángulo de inserción) del árbol seleccionado comparándolo con los árboles circundantes de mayor diámetro. Los árboles seleccionados en el campo, denominados árboles candidatos, fueron georeferenciados con GPS e identificados con doble cinta y un número único.

- 4) Procesamiento de los datos.** Los datos relevados en el campo fueron analizados estadísticamente con el objetivo de confirmar la superioridad de los árboles candidatos. Mediante análisis de varianza, se comparó el DAP de los árboles candidatos con el DAP promedio de todos los árboles medidos (candidato más árboles circundantes). Se consideraron árboles plus aquellos árboles candidatos cuyo DAP fue significativamente superior al promedio de los árboles medidos ($p < 0.05$ y $p < 0.01$). Además, se calculó la superioridad del DAP de cada árbol plus con respecto al micrositio de acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\%Superioridad = \left(\frac{DAP_{\text{árbol plus}} - DAP_{\text{promedio}}}{DAP_{\text{promedio}}} \right) \times 100$$

Resultados

Se seleccionaron 287 árboles candidatos en el total de la superficie prospectada. Luego del análisis estadístico se identificaron 199 árboles plus (Cuadro 1). La intensidad de selección fue de 1 árbol plus cada 10 ha relevadas.

Cuadro 1. Número de árboles candidatos y de árboles plus por lugar de selección.

Empresa	Área relevada (ha)	N° árboles plus (significancia 5% y 1%)
Caja Bancaria (Paysandú)	15	3
Caja Notarial (Río Negro)	225	46
I.F. Arazatí (San José)	30	6
I.M.T (Tacuarembó)	S/d	3
I.N.C (Tacuarembó)	58	13
La Rosada (Tacuarembó)	227	45
FYMNSA (Rivera)	1392	66
Arq. M. Zinger (Rivera)	70	16
Consular S.A. (Tacuarembó)	40	1
Totales	2068	199

I.F. Arazatí: Industrias Forestales Arazatí; I.M.T.: Intendencia Municipal de Tacuarembó; I.N.C: Instituto Nacional de Colonización (“La Zulma”).

De un 60% de los árboles plus seleccionados, se cuenta con información acerca del origen de la semilla utilizada en las plantaciones. Esta información incluye para la mayoría de los árboles el país de origen, y en algunos casos el lugar de procedencia de la semilla (Cuadro 2).

Cuadro 2. Procedencia de la semilla de los árboles plus seleccionados.

Procedencia	Porcentaje con respecto al total de árboles seleccionados
Sudáfrica (3% Safcol, resto sin información)	37
Estados Unidos (3% Marion, resto sin información)	18
Brasil (Klabin)	7
Argentina (Ascona)	3
Sin información	35

INSTALACIÓN DE LAS PRUEBAS DE PROGENIE

Metodología

Durante los meses de febrero y abril de 2004 se realizó la selección de lugares para instalar las pruebas de progenie en tres sitios representativos de las principales zonas de plantación de *P. taeda* en el país (Zonas CIDE 7, 8 y 9). En el Cuadro 3 se

presenta la información relativa a las características de los sitios, preparación del terreno y diseño experimental de las tres pruebas de progenie instaladas. Previo a la plantación se realizó en el vivero una clasificación de las plantas por tamaño y estado sanitario de manera de seleccionar las mejores plantas para la plantación. Debido a falta de plantas en algunos lotes, no todas las progenies de los 154 árboles plus seleccionados están representadas en las tres pruebas.

Cuadro 3. Características de los sitios y del diseño de las pruebas de progenie.

	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3
Departamento	Rivera	Tacuarembó	Paysandú
Empresa	FYMNSA	Forestal Cono Sur S.A.	Colonvade S.A.
Suelo (Grupo CONEAT)	7.31	8.9	9.6
Fecha plantación	8 al 10 de junio de 2004	26 al 28 de mayo de 2004	20 al 22 de julio de 2004
Preparación del suelo	Fajas con surcador	Camellones con subsolador acamellonador	Fajas con cincel y doble pasada de excéntrica
Marco de plantación	4 x 2.5 m	3 x 2.5 m	4 x 2.5 m
Superficie efectiva (ha)	3.8 ha	3.3 ha	4.2 ha
Diseño experimental	BCA, 20 repeticiones	BCA, 25 repeticiones	BCA, 25 repeticiones
Nº de progenies	148	154	143
Tamaño de parcela	1 planta	1 planta	1 planta
Control de hormigas	Pre- y post plantación	Pre- y post plantación	Pre- y post plantación
Control de malezas (pre-plantación)	Aplicación total de herbicida en abril 2004 Glifosato (Roundup)	Aplicación total de herbicida en febrero 2004 Glifosato (Roundup, 5l/ha)	Aplicación total de herbicida en abril 2004 Glifosato, Round up) 6l/ha) y quema a los 30 días
Control de malezas (post-plantación)	Previsto para diciembre 2004	Aplicación de pre-emergente en agosto 2004 (Oust, 140 g/ha)	Aplicación de pre-emergente en agosto 2004 (Oust, 140 g/ha)
Fertilización	Octubre 2004; 142 g/planta (N-11 P-35 K-8 MgO-2 S-4.2 Zn-03 B-0.4)	No	No

BCA = Bloques completos al azar.

PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LOS ÁRBOLES PLUS

Metodología

Los injertos se realizaron durante los meses de junio, julio y agosto de 2004. Se propagaron 152¹ árboles plus de *P. taeda* efectuándose 40 injertos por cada uno de manera de disponer de por lo menos 15 individuos por cada árbol plus (clon) para su plantación en el huerto semillero. A continuación se describen los pasos de la técnica empleada.

Preparación del pie

Se produjeron 7000 plantas pie en el vivero San Felipe y Santiago S.A. y 1600 en el vivero Buena Unión de la empresa Colonvade S.A. Las plantas provinieron de semilla y el origen de la mayoría de éstas, que se corresponde con las producidas en el Vivero San Felipe y Santiago S.A., es IFCTA 158 e IFCTA 197 (South Carolina/Georgia - USA, Area Atlantic Coastal Plane, huerto semillero 2^a generación). Al momento de realizar los injertos las plantas tenían 2.5 años de edad (1 año de vivero + 1.5 años en macetas) las producidas en el Vivero San Felipe y Santiago S.A. y 1.5 años de edad (1 año de vivero + 6 meses en macetas) las producidas en el vivero Buena Unión. Las plantas estaban en envases de 4 litros con un sustrato constituido por una mezcla en partes iguales de corteza de pino compostada y tierra esterilizada.

Las plantas pie fueron mantenidas en invernáculo el primer año de crecimiento, en sombráculo inmediatamente después del trasplante a macetas y finalmente a pleno sol. Se realizaron los cuidados fitosanitarios correspondientes de manera de evitar la incidencia de plagas y enfermedades. Las plantas fueron fertilizadas desde el momento del trasplante y hasta el comienzo del período de receso vegetativo. Previo a la realización de los injertos se efectuó una

clasificación de las plantas pie por tamaño y estado sanitario, eliminando las plantas que tenían menos de 80 cm de altura y/o diámetro a la base inferior a 1 cm, plantas con bifurcaciones o torceduras en el tallo principal y plantas con síntomas de enfermedades o ataque de plagas.

Cosecha, preparación y almacenamiento de las púas

De cada árbol plus se cosecharon ramas del tercio superior de la copa para aumentar la probabilidad de obtener ramas largas y vigorosas. En general, las ramas de la parte inferior de la copa de los árboles tienen yemas pequeñas y son de menor vigor que las cosechadas de la parte superior (McKeand y Jett, 2000). La preparación de las púas (rama leñosa que se injerta sobre el pie) consistió en cortar ramas de 10-15 cm de largo con 2-3 yemas, eliminar 2/3 de las acículas de forma cuidadosa de manera de no dañar los tejidos y dejar el 1/3 restante protegiendo las yemas. Las púas así obtenidas se envolvieron en toallas de papel húmedo pero no excesivamente mojadas, se identificaron con el número de árbol correspondiente y se colocaron dentro de bolsas de nylon con cierre hermético en una conservadora hasta su arribo al laboratorio. Se tomó especial cuidado de que las bolsas con las púas no tocaran directamente el hielo colocando una capa de arpillera sobre los recipientes con hielo. Una vez en el laboratorio el material cosechado se colocó en heladera (2-4 °C) hasta el momento de injertar. El período de almacenamiento de las púas en la heladera varió entre uno y cinco días, dependiendo de la distancia a los distintos lugares de cosecha. El 60% de las púas cosechadas estuvieron almacenadas en la heladera durante 1 día, el 19% durante 2 días, el 12% durante 3 días y el 10% restante durante 4 y 5 días.

La mayoría de las púas (80%) fueron cosechadas con la yema "dormida" durante los meses de junio y julio. Una menor proporción (20%) fue cosechada en el mes de

¹Si bien se contaba con 154 árboles plus, al momento de la realización de los injertos, dos de ellos fueron eliminados accidentalmente de las plantaciones.

agosto, las cuales se encontraban iniciando su brotación.

Técnica de injerto

La técnica utilizada fue la de injerto apical (McKeand y Jett, 2000). La misma consistió en los siguientes pasos:

- 1. Preparación del pie:** Primero se determinó la altura del pie en la cual los diámetros de la púa y pie coincidían. Una vez encontrado ese punto se eliminaron cuidadosamente las acículas hasta unos 10-15 cm por debajo de ese punto. Luego se tronchó el pie a esa altura, que en general es recomendable que no supere los 50-60 cm ya que por encima de esa altura el injerto puede ser propenso al vuelco por el viento en el futuro. En el pie se dejó por lo menos un verticilo para soportar el crecimiento vigoroso de la púa. Posteriormente, se realizó un corte vertical de 4 a 8 cm de largo por el centro del tallo y se colocó un palillo para sujetar el corte y evitar su desecación.
- 2. Preparación de la púa:** Las púas cosechadas tenían en promedio 0.8 cm de diámetro (rango: 0.6-1 cm) y se cortaron a un largo de 8-10 cm. Para evitar la desecación de las púas, se removieron cuidadosamente la mayoría de las acículas dejando 2-3 acículas alrededor de la yema y en algunos casos se quitaron todas las acículas. Aproximadamente 1 cm por debajo de la base de la yema se realizó un corte en doble bisel de unos 4-6 cm de largo.
- 3. Realización del injerto:** La púa se colocó en el corte realizado en el pie tratando de que las cortezas de ambas partes coincidieran. Debido a la diferencia de tamaños entre el pie y la púa, no siempre fue posible hacer coincidir los dos lados de la púa con su contraparte en el pie, pero por lo menos uno de los lados siempre se hizo coincidir. Una vez colocada la púa en el pie, se sujetó la unión con un palillo y se procedió a atar el injerto con cinta de injertar. Una vez finalizado el atado se quitó el palillo y se cubrió el injerto con una bolsa de polietileno (25 x

40 cm) para evitar la desecación del injerto. A la bolsa se le realizó un corte en un extremo para permitir la entrada de aire y se ató al tallo. A cada injerto se lo identificó con su código correspondiente.

- 4. Acondicionamiento:** Todos los pasos descriptos fueron realizados dentro de un invernáculo. La temperatura dentro del invernáculo durante el período de injertos osciló entre 15 °C y 25 °C, cuando la temperatura se elevó por encima de los 25 °C se levantaron las cortinas de nylon. El sistema de riego utilizado fue por goteo ya que la zona del injerto debe permanecer seca.

Cuidados posteriores

Los cuidados posteriores de los injertos se resumen en: eliminación de los brotes del pie, retiro de la bolsa, retiro de la cinta plástica, riego y cuidados fitosanitarios y rustificación.

Eliminación de los brotes del pie

Uno de los cuidados más importantes es mantener el crecimiento de la púa dominante frente al crecimiento del pie. Para esto, una vez que la unión del injerto cicatriza, se comienza a podar los brotes del pie, lo cual debe realizarse en forma gradual para no someter al injerto a un estrés (McKeand y Jett, 2000). En los injertos realizados, se realizó una primera poda a los tres meses de realizados y a un mes de la plantación en el huerto, eliminando aproximadamente 1/3 de los brotes. Esta tarea se completará al año de la plantación del huerto, una vez que la púa haya alcanzado los 50-60 cm de largo.

Retiro de la bolsa

Las bolsas de polietileno que cubrían a los injertos se comenzaron a abrir aproximadamente al mes de realizado el injerto y se retiraron totalmente una vez que el injerto brotó, lo cual ocurrió en general a los dos meses de realizado el injerto.

Retiro de la cinta plástica

Una vez que las púas comienzan a brotar, la unión del injerto empieza a engrosar

y por lo tanto se debe retirar la cinta plástica que mantiene la púa unida al pie. Esta tarea se comenzó a realizar a los tres meses de realizados los injertos y se continuará durante el primer año de la plantación.

Riego y cuidados fitosanitarios

El riego se suministró en forma frecuente de manera de evitar un déficit hídrico, sobre todo a partir de la primavera cuando las temperaturas comenzaron a elevarse. Se realizaron tratamientos preventivos con fungicidas para controlar la aparición de enfermedades. En el caso de los insectos se realizaron observaciones periódicas y aplicaciones curativas en el caso de registrarse daños.

Rustificación

A los tres meses de realizados los injertos y cuando la temperatura ambiental comenzó a elevarse, se inició la rustificación de los injertos brotados colocándolos primero en un sombráculo y luego a pleno sol.

Consideraciones acerca de la técnica de injerto

Si bien no se pudo evaluar estadísticamente el efecto de los distintos factores involucrados en el éxito de injertos, tales como la técnica, la época, el material genético, la habilidad del operario, características de las púas y del pie, en base a los resultados obtenidos y a las observaciones realizadas se pueden hacer algunas consideraciones generales:

- La técnica de injerto apical es adecuada para injertar *P. taeda* en nuestras condiciones.
- La época óptima para injertar *P. taeda* es entre los meses de junio y julio con yema "dormida".
- Hay una gran variabilidad entre materiales genéticos, lo cual permite hacer selecciones en base a aquellos genotipos con mayor facilidad de prendimiento.

- La edad del material a injertar no parece afectar significativamente el prendimiento de injertos en el rango estudiado (hasta 28 años).
- Púas provenientes del tercio superior de la copa, con buen vigor, un largo de 8 cm y diámetro de 7-8 mm demostraron ser adecuadas para injertar *P. taeda*. En estudios futuros se podría evaluar el efecto de las características morfológicas de las púas en el prendimiento de injertos.
- Los pies deben ser sanos, vigorosos y tener entre 0.8-1 m de altura y diámetro a la base de 1-1.5 cm.
- Si bien lo ideal es injertar el material dentro de las 24 horas de la cosecha, el tiempo entre colecta y la realización del injerto puede extenderse hasta 4-5 días.
- La realización de los injertos dentro de un invernáculo con plantas pie en maceta permite lograr buena eficiencia en el trabajo. No obstante, se podría considerar la posibilidad de injertar a campo con las plantas pie ya establecidas. Esto evitaría el trasplante posterior de los injertos realizados en el invernáculo.
- El uso de la bolsa de nylon para cubrir los injertos demostró ser una buena técnica para sellar el injerto, pero requiere de un trabajo posterior para retirar las mismas. Por lo tanto se podrían evaluar otras alternativas para sellar el injerto como el uso de parafina.
- La cinta utilizada para la unión de la púa con el pie otorgó muy buena fijación pero al no degradarse totalmente fue necesario retirarla una vez que los injertos brotaron. Esto demanda mucha mano de obra y tiempo, por lo cual sería conveniente buscar otras opciones de cintas para injertar.
- Una vez que los injertos hayan brotado, es muy importante realizar podas en el pie en forma gradual de manera de mantener el crecimiento vigoroso de la púa frente al crecimiento del pie.

INSTALACIÓN DEL HUERTO SEMILLERO CLONAL

Metodología

La instalación del huerto semillero clonal se realizó en noviembre del 2004 y para la misma se seleccionaron dos potreros ubicados en la Estación Experimental del Norte (EENN) de INIA Tacuarembó. Además de evaluar las condiciones del terreno para la selección del lugar del huerto, se prestó especial cuidado en que no hubiera rodales de *P. taeda* a menos de 300 m del huerto semillero. En el Cuadro 4 se presenta información relativa a las características del sitio, la preparación del terreno y la plantación realizada.

El número total de plantas incluidas en el huerto semillero fue de 2220 y el número de clones fue de 132. Si bien éste es un número alto con relación a lo indicado por la bibliografía, al no tener información genética previa de los materiales seleccionados se consideró apropiado partir de una base genética amplia para luego ir seleccionando los mejores genotipos para la producción de semilla. El número de plantas por cada clon fue diferente de acuerdo a la brotación de los injertos registrada para cada clon, siendo el promedio de 15 plantas por clon. En el Cuadro 5 se presenta la cantidad de plantas y de clones incluidos en el huerto semillero por lugar de procedencia (empresa).

Cuadro 4. Características del sitio, preparación del terreno y plantación del huerto semillero.

Lugar	EENN- INIA	
Potrero	16	8
Suelo (Grupo CONEAT)	7.32	1.10
Superficie afectada	3.8 ha	2.3 ha
Laboreo	Fajas con doble pasada de excéntrica y cincel	
Control de malezas pre-plantación	Aplicación de glifosato en fajas (Roundup 5 litros/ha)	
Control de hormigas	Pre y post-plantación con polvo y cebos granulados	
Fecha de plantación	Noviembre-Diciembre 2004	
N° inicial de árboles	2220	
Marco de plantación	5 x 4 m	5 x 5 m
Densidad inicial	500 plantas/ha	400 plantas/ha

Cuadro 5. Número de plantas, de clones y de plantas por clon para los materiales provenientes de las distintas empresas.

Empresa	N° total de plantas	N° total de clones	N° promedio de plantas/clon
I.F. Arazatí	1	1	1
Caja Bancaria	4	2	2
Consular S.A.	33	1	33
Caja Notarial	254	26	10
Fymnsa	1039	53	20
I.N.C.	240	11	22
I.M.T.	27	2	14
La Rosada	469	26	18
Zinger	153	10	15
Totales	2220	132	15

Nota: I.F. Arazatí: Industrias Forestales Arazatí; I.M.T.: Intendencia Municipal de Tacuarembó; I.N.C: Instituto Nacional de Colonización ("La Zulma").

El diseño utilizado para la ubicación de los clones en el huerto fue aleatorio, realizándose 33 bloques con una planta por clon en cada uno de ellos. Este diseño permite que los clones se polinicen libremente entre sí. Si bien este diseño no asegura que algunas plantas de un clon queden linderas a otras del mismo clon, estos defectos serán corregidos en los futuros raleos. Debido a que el número de plantas por cada clon fue diferente, los bloques fueron de distinto tamaño.

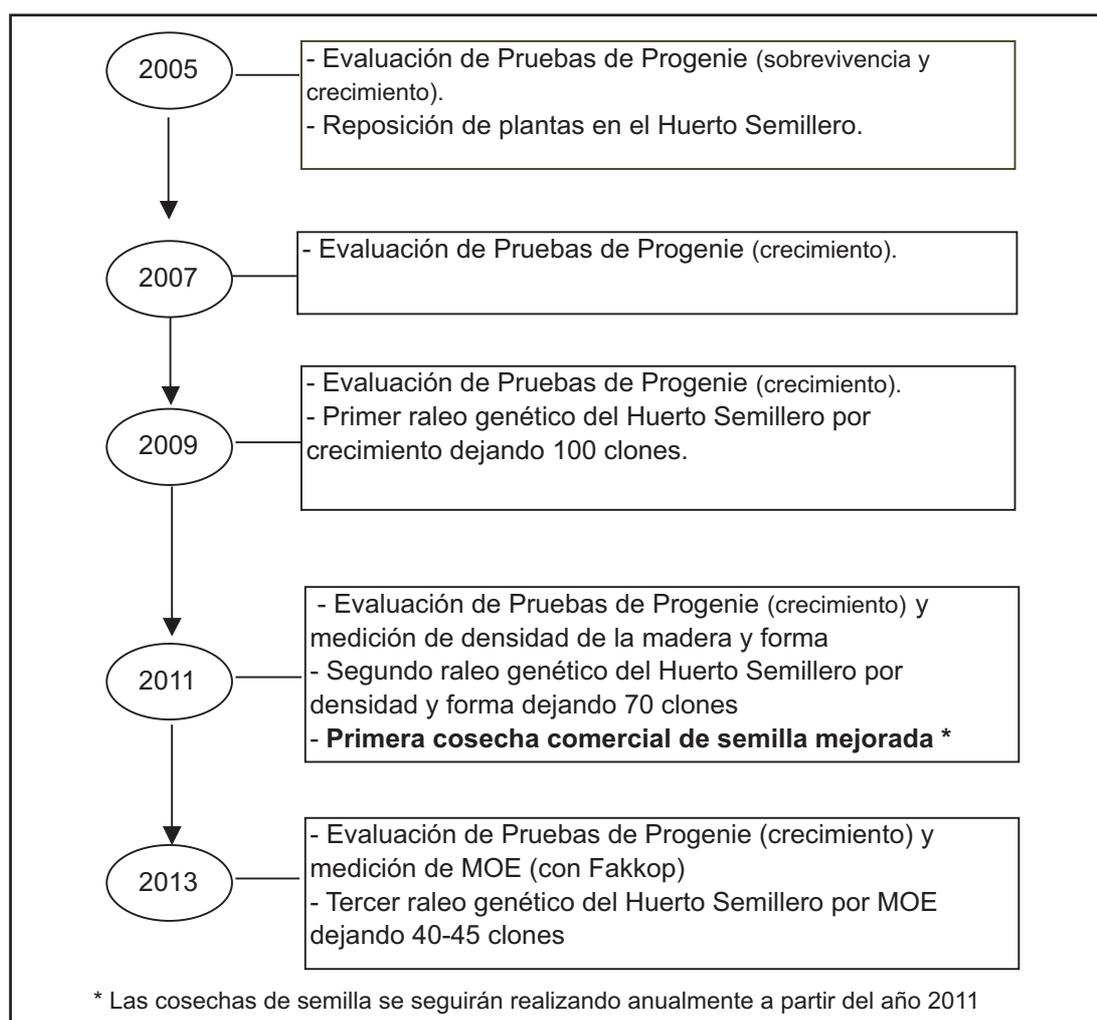
Manejo futuro del Huerto Semillero Clonal

De acuerdo a la información proporcionada por las mediciones de las tres pruebas

de progenie instaladas, se irán efectuando raleos genéticos en el huerto semillero clonal con el objetivo de seleccionar los mejores clones para la producción de semilla. La Figura 1 presenta el cronograma de actividades previsto para el manejo del huerto semillero de *P. taeda*.

La intensidad de los raleos irá siendo mayor a medida que avance el tiempo y las pruebas de progenie permitan evaluar otras características además del crecimiento volumétrico, tales como forma, densidad de la madera y el MOE (módulo de elasticidad). Esto permitirá obtener una ganancia genética mayor. El primer raleo genético se realizará al quinto año con el objetivo de hacer una primera selección de los mejores clones

Figura 1. Cronograma de actividades previsto para la obtención de semilla mejorada del huerto semillero clonal de *P. taeda*.





eliminandose los 20-30 peores en base a datos de crecimiento volumétrico proporcionados por las evaluaciones de las pruebas de progenie efectuadas al primer, tercer y quinto año. Al séptimo año además de crecimiento, se medirá la forma y densidad en las tres pruebas de progenie. Con esta información se elaborarán índices de selección que permitirán efectuar el segundo raleo genético con una intensidad de selección mayor. En el segundo raleo se eliminarán los 30 peores clones dejando en el huerto 70 clones. Luego de efectuado el segundo raleo, al séptimo año, el huerto estará en condiciones de producir semilla con cierto grado de mejora, realizándose así la primera cosecha comercial de semilla mejorada de *P. taeda*. Luego del séptimo año las cosechas de semilla se realizarán anualmente.

Al noveno año se incluirá en las evaluaciones de las pruebas de progenie la medición del MOE con Fakkop, con lo cual se procederá a realizar el tercer raleo genético con una intensidad de selección aun mayor que el segundo raleo.

Luego del tercer raleo genético quedarán entre 40 y 45 clones en el huerto semillero a una distancia promedio estimada de 10 x 10 m, la cual es adecuada para lograr una buena conformación de la copa de los árboles y disminuir las posibilidades de autofecundación. Considerando el promedio de plantas instaladas en el huerto por cada clon, se estima que el huerto quedará conformado luego de los raleos con 450 a 500 árboles para la producción de semillas. La floración y por lo tanto la producción de semillas es errática hasta los 10 años de edad del huerto (Schultz, 1997). No obstante, a los 6 años de edad, huertos semilleros promedios pueden producir 2.2 kg de semilla/ha/año, lo cual irá en aumento con la edad del huerto pudiendo llegar hasta un

rango de 56 a 67 kg de semilla/ha/año (Schultz, 1997). En Misiones, Argentina, un huerto semillero clonal de *P. taeda* registró a los 11 años de edad 60 kg de semilla/ha (G. Rodríguez, INTA, Montecarlo, com. pers.).

CONCLUSIONES

El presente proyecto se desarrolló en forma exitosa en un período de dos años, durante el cual se llevaron a cabo las actividades de selección de árboles plus, cosecha de semillas, instalación de las pruebas de progenie, cosecha y multiplicación de material vegetativo de los árboles plus y la plantación del huerto semillero. Se seleccionó un amplio número de árboles plus en plantaciones comerciales de todo el país, los cuales además de constituir los materiales que se incluyeron en el huerto semillero y en las pruebas de progenie, podrán utilizarse en estudios futuros con diversos objetivos, como por ejemplo la evaluación de propiedades físicas y mecánicas de la madera de *P. taeda*. Las pruebas de progenie instaladas además de proporcionar información para la selección de los mejores progenitores de semilla en el huerto clonal, contribuirán a ampliar la base genética del plan de mejoramiento de la especie que lleva adelante el Programa Nacional Forestal del INIA..

El resultado principal de este proyecto fue la instalación del primer huerto semillero clonal de *P. taeda*, lo cual permitirá poner a disposición de los productores forestales semilla mejorada en seis a siete años.

Otro de los resultados importantes del proyecto, fue el ajuste de la técnica de injerto en *P. taeda* para nuestras condiciones en un período corto de tiempo, obteniéndose valores de prendimiento altamente satisfactorios.



BIBLIOGRAFÍA

- BENNADJI, Z.; METHOL, R.** 1997. Proyecto de mejoramiento genético de especies del género *Pinus*. Plan Indicativo de Mediano Plazo. Documento Interno. INIA Tacuarembó. 27 p.
- MCKEAND, S.; JETT, J.B.** 2000. Grafting Loblolly Pine. *American Conifer Society Bulletin*, v. 17, no. 1, p. 22-30.
- METHOL, R.** 2003. Ensayos de procedencias de *Pinus taeda* en suelos 8 de la zona de Arévalo (Cerro Largo). En: Avances de investigación y transferencia de tecnologías en zona de prioridad forestal 8. INIA Tacuarembó. p. 25-26 (Serie Actividades de Difusión 321).
- METHOL, R.; RESQUÍN, F.** 2001. Evaluación de procedencias de *Pinus taeda* y *Pinus elliottii* al quinto año. En: Seminario de Actualización en Tecnologías Forestales para Areniscas de Tacuarembó y Rivera. Montevideo: INIA. p. 97-101 (Serie Técnica 123).
- SCHULTZ, R.P.** 1997. Loblolly Pine. The Ecology and Culture of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.). *Agricultural Handbook* 713. Washington, DC: U.S. Department of Agriculture. Forest Service.
- URUGUAY. MGAP. DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL.** 2003. *Boletín estadístico*, v. 4, no. 3, 58 p.