
DESARROLLO DE UNA RAZA LOCAL DE *Pinus taeda*: AVANCES EN INVESTIGACIÓN

Mariana Cattaneo ¹
Ricardo Methol ²

1 Ing. Agr. M.Sc., Programa Nacional Forestal. INIA Tacuarembó.

2 Ing. Agr. Ph.D., Programa Nacional Forestal (Part - Time). INIA Tacuarembó.

Título: DESARROLLO DE UNA RAZA LOCAL DE *Pinus taeda*: AVANCES EN INVESTIGACIÓN

Autores: Mariana Cattaneo, Ricardo Methol

Serie Técnica N° 146

© 2004, INIA

ISBN: 9974-38-199-1

Editado por la Unidad de Agronegocios y Difusión del INIA.
Andes 1365, Piso 12. Montevideo - Uruguay
Página Web: <http://www.inia.org.uy>

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Este libro no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA

Integración de la Junta Directiva

Ing. Agr. Pedro Bonino Garmendia

Presidente

Ing. Agr. Alberto Fossati

Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca

Ing. Agr. Eduardo Urioste Soneira

Ing. Aparicio Hirschy

Asociación Rural del Uruguay

Federación Rural

Ing. Agr. Juan Daniel Vago

Ing. Agr. Mario Costa

Cooperativas Agrarias Federadas

Comisión Nacional de Fomento Rural

Federación Uruguaya de Centros Regionales de Experimentación Agrícola

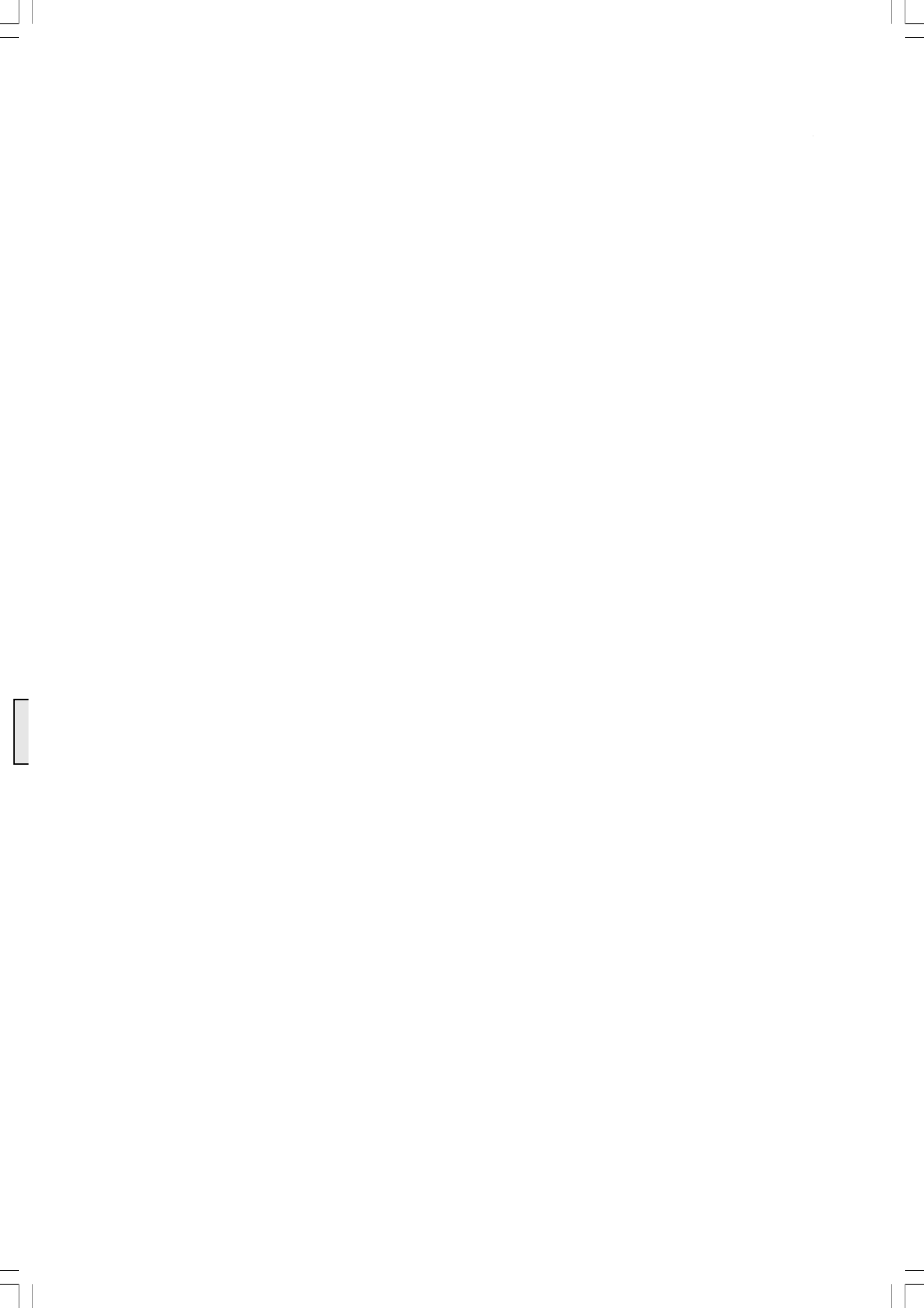


TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	7
2. SELECCIÓN DE ÁRBOLES PLUS	8
2.1. Antecedentes	8
2.2. Metodología	9
2.2.1. Determinación de la densidad aparente básica de los árboles plus	10
2.3. Resultados	12
2.3.1. Densidad aparente básica de los árboles plus	14
3. COSECHA Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS	15
3.1. Metodología	15
3.1.1. Cosecha	15
3.1.2. Estratificación de semillas	16
3.1.3. Test de germinación	16
3.1.4. Siembra de semillas	17
3.2. Resultados	17
3.2.1. Cosecha y procesamiento de semillas	17
3.2.2. Test de germinación	17
3.2.3. Siembra de semillas	18
4. INSTALACIÓN DE LAS PRUEBAS DE PROGENIE	20
4.1. Antecedentes	20
4.2. Metodología	20
4.3. Resultados	20
5. PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LOS ÁRBOLES PLUS	21
5.1. Antecedentes	21
5.2. Metodología	23
5.2.1. Preparación del pie	24
5.2.2. Cosecha, preparación y almacenamiento de las púas	24
5.2.3. Técnica de injerto	25
5.2.4. Cuidados posteriores	26
5.2.4.1. Eliminación de los brotes del pie	26
5.2.4.2. Retiro de la bolsa	26
5.2.4.3. Retiro de la cinta plástica	26
5.2.4.4. Riego y cuidados fitosanitarios	27
5.2.4.5. Rustificación	27

5.2.5. Equipamiento y materiales	27
5.2.6. Procesamiento de los datos	27
5.3. Resultados	28
5.3.1. Consideraciones acerca de la técnica de injerto	31
6. INSTALACIÓN DEL HUERTO SEMILLERO CLONAL	34
6.1. Antecedentes	34
6.1.1. Ubicación del huerto	34
6.1.2. Preparación del terreno	34
6.1.3. Aislamiento	34
6.1.4. Tamaño del huerto	34
6.1.5. Diseño del huerto	35
6.1.6. Espaciamiento de las plantas	35
6.1.7. Cuidados posteriores	35
6.2. Metodología	35
6.3. Manejo futuro del huerto semillero clonal	38
7. CONCLUSIONES	40
8. AGRADECIMIENTOS	40
9. BIBLIOGRAFÍA	41
ANEXO 1	43

DESARROLLO DE UNA RAZA LOCAL DE *Pinus taeda*: AVANCES EN INVESTIGACIÓN

1. 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.

La elección y utilización de una adecuada fuente de semilla es uno de los aspectos más importantes a ser tenidos en cuenta para lograr una plantación exitosa. En este sentido, el uso de materiales genéticos adaptados a las condiciones ecológicas y objetivos de producción de cada país o región proporcionan grandes ventajas frente al uso de materiales provenientes de otros países. Sin embargo, los materiales genéticos de *P. taeda* utilizados hasta el momento en Uruguay son diversos, correspondiéndose en su mayoría a lotes de semilla provenientes de Estados Unidos y Sudáfrica. Dado que las condiciones ecológicas y los criterios de selección utilizados en dichos países son diferentes a los de Uruguay, estos lotes pueden no ser los más adecuados. Por ejemplo, algunos lotes fueron seleccionados para maximizar la producción de pulpa celulósica, mientras que en Uruguay el principal desti-

no de *P. taeda* es la obtención de productos aserrables. Asimismo, algunas plagas y/o enfermedades que pueden estar afectando la producción en Uruguay no existen en otros países y viceversa. Por lo tanto, existe una gran necesidad de lograr una mejora de la especie basada en los objetivos de producción y en las condiciones ambientales de Uruguay.

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 a 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). Si bien se han logrado avances mediante esta forma, los plazos requeridos para evaluar las pruebas de progenie y para que los árboles alcancen niveles importantes de producción de semilla hacen que la obtención de semilla mejorada a partir de este plan demore muchos años. Por lo tanto, surge como necesidad la elaboración de una estrategia de mejoramiento complementaria a la anterior, que permita acelerar la obtención de semilla de *P. taeda* mejorada para las condiciones de Uruguay.

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. La utilización de huertos semilleros clonales de *P. taeda* es de uso común en otros países tales como Estados Unidos y Argentina (Fahler y Orozco, 1986; McKeand y Jett, 2000).

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. El informe se divide en cinco partes que se corresponden con las actividades realizadas para el cumplimiento de los objetivos planteados: selección de árboles plus, cosecha y procesamiento de semillas, instalación de las pruebas de progenie, propagación vegetativa de los árboles plus y establecimiento del huerto semillero clonal. Para cada actividad se presentan los antecedentes, la metodología empleada y los resultados obtenidos.

2. SELECCIÓN DE ÁRBOLES PLUS

2.1. Antecedentes

La metodología de selección a utilizar depende de varios factores tales como el tipo de bosque (natural o implantado), de los objetivos del programa de mejoramiento y de la información disponible acerca del parentesco entre los árboles (Zobel y Talbert, 1984). De todas las técnicas existentes, la selección masal o individual es la mas empleada a nivel mundial en bosques naturales o en plantaciones con árboles de la misma edad y en donde el parentesco entre árboles es desconocido. Esta técnica consiste en la selección de individuos por su fenotipo. En una primera instancia se seleccionan los *árboles candidatos* que son aquellos que presentan buenas características fenotípicas (crecimiento, sanidad, forma) pero que aún no han sido testeados (Zobel y Talbert, 1984). Luego se identifican los *árboles plus*, los cuales se definen como aquellos árboles candidatos que son fenotípicamente superiores cuando son comparados por las características de interés con 20-30 árboles circundantes de la misma especie, edad y condiciones de crecimiento (Zobel y Talbert, 1984).

Las características a utilizar en un programa de mejoramiento dependen de los objetivos del programa, de la especie considerada y de los productos comerciales deseados. Debido a que la selección individual se basa en características fenotípicas, la misma tiene buenos resultados cuando se selecciona por características de alta heredabilidad (Zobel y Talbert, 1984). En general, el crecimiento es una de las características mas comúnmente usadas, junto con otras tales como forma, diámetro de ramas, ángulo de inserción de las ramas y peso específico. El objetivo de la selección de árboles plus en el presente proyecto fue crear una amplia base genética sobre la cual se irán seleccionando los mejores genotipos para la producción de semilla mejorada.

2.2. 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 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 has.
- 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:
 - Crecimiento: Se midió el crecimiento a través del DAP (diámetro a la altura del pecho)
 - Rectitud del fuste: Se evaluó la forma del árbol utilizando una escala de 1 a 5 (con medios puntos), correspondiendo el puntaje 5 a árboles perfectamente rectos y 3 a árboles con torceduras leves. No se incluyeron árboles con puntaje inferior a 3.
 - Diámetro de ramas: Se evaluó el diámetro de las ramas del árbol seleccionado utilizando una escala de 1 a 3 (con medios puntos), siendo puntaje 3 aquellos árboles con ramas finas y puntaje 1 árboles con ramas muy gruesas. No se incluyeron árboles con puntaje inferior a 1.5.
 - Ángulo de inserción de ramas: Se evaluó el ángulo de inserción de las ramas utilizando una escala de 1 a 3 (con medios puntos). El puntaje más alto correspondió a árboles cuyas ramas presentaban un ángulo de inserción lo más próximo a perpendicular. No se incluyeron árboles
- 3) **Evaluación del árbol “candidato” y los árboles de alrededor.** Se realizaron recorridas sistemáticas de los distintos rodales en grupos de tres a cuatro personas. Cada integrante del grupo abarcó cuatro a seis filas de árboles evaluando en los mismos las características mencionadas en el numeral 2. Cada vez que se encontró un árbol destacado se lo marcó con cinta para luego ser evaluado conjuntamente con el resto del grupo. 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:

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

Empresa		Potrero/Zona/etc	
ID Candidato		Fecha	
Arbol	DAP	Observ.	
Candidato			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			
Rectitud fuste (1 a 5)		Candidato	
Diámetro ramas (1 a 3)			
Ángulo ramas (1 a 3)			
Ubicación con GPS			

Árboles circundantes

10

Figura 1. Planilla de registro de datos para la selección de árboles plus de *P. taeda*.

En la Figura 1 se presenta la planilla utilizada en la selección de los árboles plus.

2.2.1. Determinación de la densidad aparente básica de los árboles plus

El peso específico o densidad aparente de la madera se define como la relación entre el peso y el volumen de la madera con poros, siendo estos valores medidos en distintas condiciones de humedad según los

países (Tuset y Duran, 1981). Es una de las propiedades físicas de la madera más importante, ya que está altamente relacionada a la mayoría de las características físicas y mecánicas de la madera.

En este estudio se determinó la *densidad aparente básica* de la madera de los 154 árboles plus seleccionados. El objetivo inicial de esta medición fue incluir la densidad como criterio de selección de los árboles

$$\text{Densidad aparente básica } (D_{ab}) = \text{Peso anhidro} / \text{Volumen verde}$$

plus, para lo cual hubiera sido necesario medir la densidad en los árboles candidatos (287) y de los árboles circundantes. Esta actividad hubiera insumido mucho tiempo debido al número necesario de árboles a muestrear, por lo tanto se optó por medir solamente la densidad de los árboles plus. No obstante, los resultados obtenidos aportan información adicional de los materiales seleccionados y a la vez contribuyen a caracterizar la densidad de la madera de *P. taeda* en nuestras condiciones. La densidad aparente básica es corrientemente usada en estudios de calidad de la madera (Smith, 1954) y está determinada por la siguiente relación:

Se utilizó el método de “máximo contenido de humedad” descrito por Smith (1954). Esta técnica es de gran utilidad para la determinación de la densidad aparente básica de la madera de pequeñas muestras de madera. Es un método rápido y sencillo ya que no requiere de la determinación del volumen para el cálculo de la densidad al basarse en la relación entre el máximo contenido de humedad y el peso específico de la madera (Smith, 1954). Para obtener la densidad aparente básica de una muestra de madera mediante esta técnica solo se requiere la determinación del peso de la muestra de madera saturada en agua y del peso

anhidro de la misma muestra (Smith, 1954). Los valores de densidad obtenidos mediante esta técnica han mostrado una alta correlación con los obtenidos mediante otras técnicas tradicionales como la de inmersión en agua (Pérez del Castillo *et al.*, 2000).

El muestreo consistió en la obtención de un tarugo de 0.5 cm de diámetro con el taladro de Pressler por cada árbol plus. Los tarugos fueron extraídos a la altura del pecho (1.30 m) con el taladro colocado en posición perpendicular al eje del árbol. Una vez obtenidos los tarugos se eliminaron las porciones correspondientes a la corteza y la médula y se los colocó de inmediato en tubos de ensayo con agua destilada para asegurar condiciones de máxima saturación de agua. En esta condición los tarugos se pueden dejar hasta 3 o 4 semanas, pero para acelerar el proceso y asegurar la máxima saturación de los poros con agua se aplicó vacío en forma intermitente hasta que el peso fuese constante (Figura 2). En la práctica esto llevó entre 5 y 6 días registrándose como peso húmedo el valor de la última pesada. Para la obtención del peso anhidro, los tarugos se secaron en un horno a 103 °C hasta que el peso de las muestras fue constante. Esto llevó entre 2 y 3 días, tomándose como peso anhidro el valor de la última pesada. La densidad aparente bási-



Figura 2. Medición de densidad básica de árboles plus de *P. taeda*: a) tarugos saturados en agua; b) aplicación de vacío intermitente.

ca fue calculada de acuerdo a la siguiente expresión:

$$Dab = \frac{1}{\left(\frac{ph}{ps}\right) - 0,346}$$

Dab = densidad aparente básica

Ph = peso de la muestra saturada

Ps = peso de la muestra anhidra

0,346 = constante obtenida a partir de la densidad de las sustancias que componen la madera

2.3. Resultados

Se seleccionaron 287 árboles candidatos en el total de la superficie prospectada. Luego del análisis estadístico se identificaron 199 árboles plus ($p < 0.05$ y $p < 0.01$) (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 candidatos					N° árboles plus (significancia 5% y 1%)
		N° total	n.s.	10%	5%	1%	
Caja Bancaria (Paysandú)	15	4	0	1	3		3
Caja Notarial (Río Negro)	225	56	4	6	29	17	46
I.F. Arazatí (San José)	30	8	0	2	3	3	6
I.M.T (Tacuarembó)	S/d	5	2		3		3
I.N.C (Tacuarembó)	58	19	0	3	10	3	13
La Rosada (Tacuarembó)	227	91	26	20	42	3	45
INIA-EENN (Tacuarembó)	0.8	1	1				0
CEFCOSA (Durazno)	10	4	4				0
FYMNSA (Rivera)	1392	74	2	6	37	29	66
Arq. M. Zinger (Rivera)	70	22	4	2	9	7	16
Consular S.A. (Tacuarembó)	40	3	0	2	1		1
Totales	2068	287	43	45	137	62	199

Nota: s/d: sin datos; n.s.: no significativo

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

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

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).

En el Cuadro 3 se presentan los valores promedio de las variables utilizadas como criterio de selección de los árboles plus (DAP, forma, diámetro de ramas y ángulo de ramas) para los árboles seleccionados en cada empresa. Para las variables forma, diámetro de ramas y ángulo de ramas no se observó una gran variación entre las distin-

tas plantaciones en donde se efectuó la selección. El diámetro a la altura del pecho (DAP) presentó variación entre los distintos lugares lo cual puede obedecer a diferencias en edad y crecimiento entre las plantaciones. La edad mínima de los árboles seleccionados fue de 9 años y la máxima de 35 años, siendo el promedio de edad 19 años. La superioridad del DAP de los árboles plus seleccionados con respecto al micrositio en todos los casos supero el 20% en promedio. En el Anexo 1 se presenta la lista completa de los árboles plus seleccionados con los valores correspondientes de DAP, forma, características de ramas y edad.

Cuadro 3. Valores promedio de las características utilizadas como criterio de selección de los árboles plus.

Empresa	n	DAP (cm)	Superioridad (%) árb.plus	Forma	Diámetro ramas	Ángulo ramas	Rango de edad (años)
Caja Bancaria (Paysandú)	3	31.1	27.4	4.8	2.3	2.5	12;14
Caja Notarial (Río Negro)	46	49.5	23.4	4.2	1.7	2.1	22-23;35
I.F. Arazatí (San José)	6	26.5	28.2	4	2	2.4	12;13
I.M.T (Tacuarembó)	3	32.3	39	4	2	2.2	11
I.N.C. (Tacuarembó)	13	30.5	27.5	4.2	2	2.1	9
La Rosada (Tacuarembó)	45	40.1	42	4.3	2	2.1	27
Fymnsa (Rivera)	66	46.6	28.9	4.2	2.1	2.2	13; 15; 16; 17; 19; 23
Arq. M.Zinger (Rivera)	16	49.7	24.6	4.2	1.8	2.1	17
Consular S.A. (Tacuarembó)	1	31.9	26.9	4	1.8	1.8	9
Promedio general		37.6	29.8	4.2	2	2.2	19

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

2.3.1. Densidad aparente básica de los árboles plus

La densidad aparente básica promedio de los 154 árboles plus muestreados de *P. taeda* fue de 0.40 g/cm³, variando entre 0.25 g/cm³ y 0.56 g/cm³. En el Cuadro 4 se presenta un resumen de los resultados obtenidos.

Cuadro 4. Densidad aparente básica de árboles plus de *P. taeda*.

Promedio	0.40 g/cm ³
Desvío	0.04 g/cm ³
Mínimo	0.25 g/cm ³
Máximo	0.56 g/cm ³
Rango de edad	9 - 35 años (19)
Rango de DAP	25.3 - 62.5 cm (38)
Nºárbolesmuestreados	154

El 84% de los árboles muestreados presentaron valores de densidad entre 0.35 y 0.45 g/cm³ (Figura 3). Estos resultados son similares a los obtenidos en un estudio realizado por el LATU en el departamento de Rivera, en el cual la densidad promedio de 15 árboles de *P. taeda* de entre 11 y 21 años de edad fue 0.38 g/cm³, con un mínimo de 0.29 g/cm³ y un máximo de 0.57 g/cm³ (Böthig, 2001).

En la Figura 4 se presenta la relación entre la densidad aparente básica de los 154 árboles plus muestreados y la edad de los mismos. Se observa una tendencia al aumento de la densidad de la madera con la edad de los árboles, estabilizándose la misma luego de cierta edad, lo cual se corresponde con lo indicado en la bibliografía (Tuset y Duran, 1981). No obstante cabe aclarar que los valores graficados se corresponden con distintos árboles provenientes de diferentes localidades.

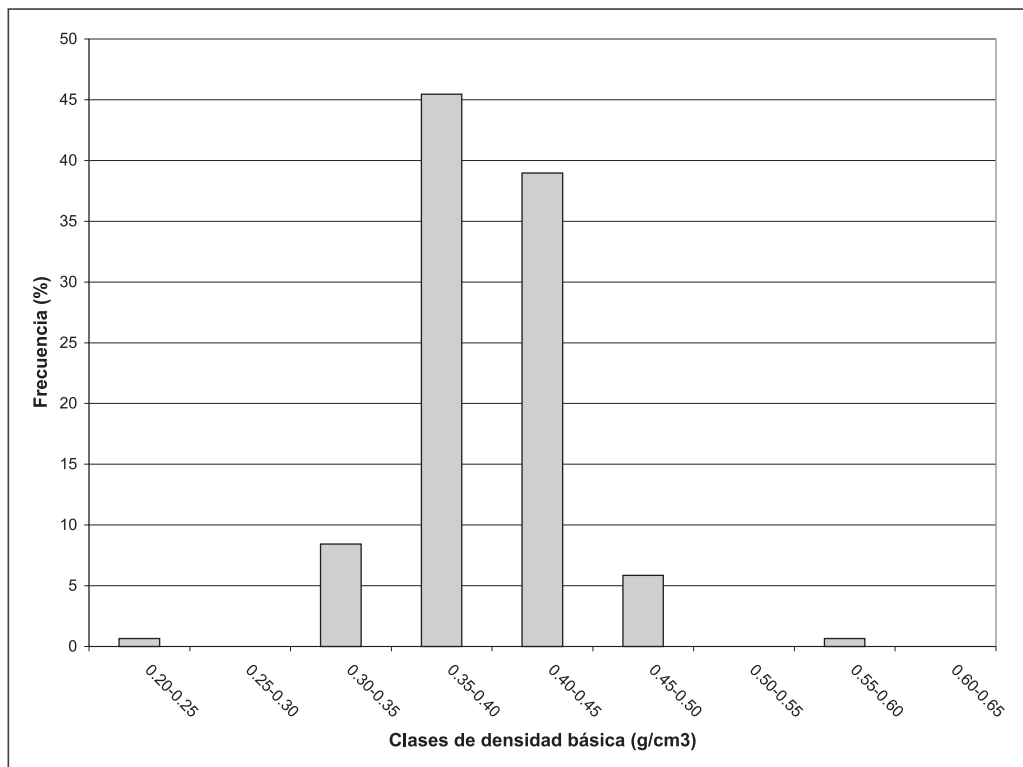


Figura 3. Distribución de la densidad aparente básica de 154 árboles plus de *P. taeda*.

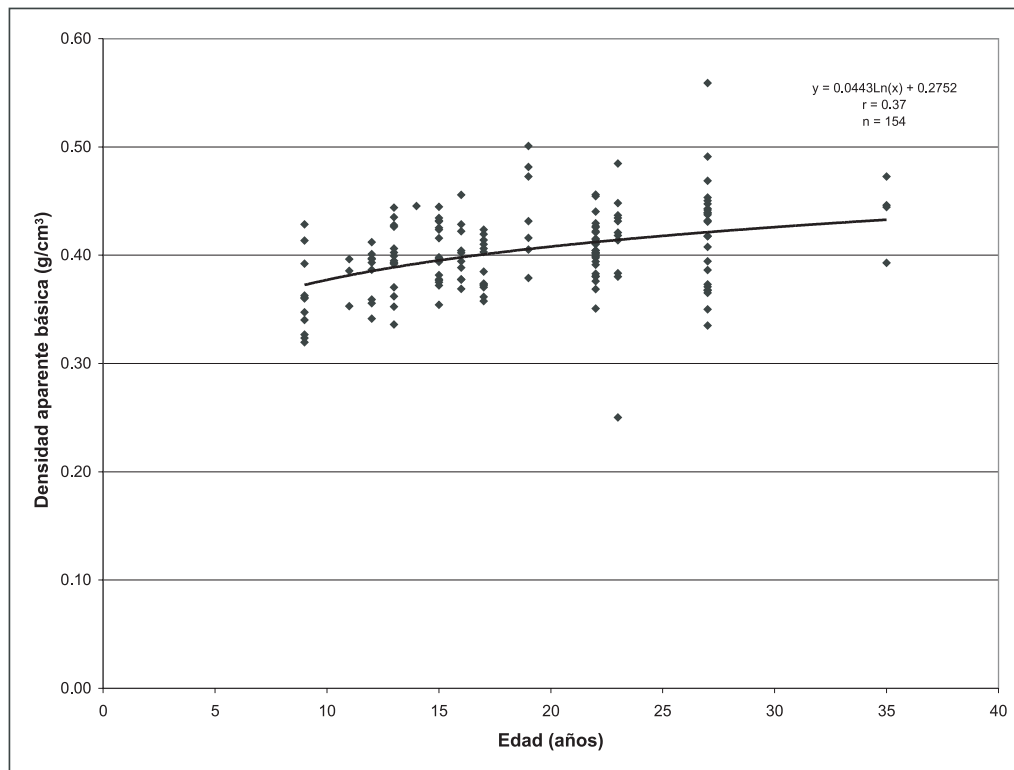


Figura 4. Relación entre la densidad aparente básica y la edad de árboles plus de *P. taeda*.

Debido a que los árboles plus seleccionados se corresponden con distintos materiales genéticos y con edades diferentes tanto dentro como entre cada localidad muestreada, no se pudieron hacer otras comparaciones válidas para la variable densidad.

3. COSECHA Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS

3.1. Metodología

3.1.1. Cosecha

La cosecha de semillas se realizó entre los meses de Mayo y Julio de 2003. En la mayoría de los casos se utilizaron escaleras y cuando las condiciones del terreno lo permitieron se utilizó un elevador hidráulico (Figuras 5 y 6). Los juegos de escaleras consistían en cinco tramos de tres metros cada

uno que permitieron llegar hasta una altura de entre 10 y 15 m. Asimismo, el elevador hidráulico cuenta con un brazo telescópico que permite llegar hasta una altura de aproximadamente 13 m. Las piñas fueron cosechadas con la ayuda de tijeras aéreas de mango extensible y luego fueron colocadas en bolsas de nylon con la identificación del árbol correspondiente para su transporte.

La mayoría de las piñas estaban cerradas al momento de la cosecha. Para favorecer la liberación de la semilla, las piñas se colocaron en bandejas de madera con malla plástica de 0.5 m x 0.8 m ubicadas en un galpón a temperatura ambiente. En general, se dejaron en esta condición durante una o dos semanas, después de lo cual en el caso de las piñas que no habían abierto se colocaron en un horno durante 24 a 48 horas a una temperatura de 25° C. Luego se procedió a la extracción y al desalado de las se-



Figura 5. Cosecha de semillas de árboles plus de *P. taeda* con escaleras.



Figura 6. Cosecha de semillas de árboles plus de *P. taeda* con elevador hidráulico.

millas. Para la limpieza de las semillas extraídas, estas se colocaron en un soplador el cual separa el material inerte y las semillas vacías de las semillas llenas de acuerdo al peso. A cada lote de semillas correspondiente a un árbol plus se le determinó el peso y el número de semillas por gramo, lo cual permitió estimar con mayor exactitud la cantidad de semilla a sembrar. Las semillas obtenidas se almacenaron en heladera (3-4 ° C) en recipientes de plástico cerrados.

3.1.2. Estratificación de semillas

Previo a la siembra se determinó la cantidad de semilla necesaria a sembrar de los árboles plus y esas cantidades de semilla fueron estratificadas. Este tratamiento se realiza con el objetivo de levantar la dormancia de las semillas y lograr una germinación rápida y uniforme (Schultz, 1997). El mismo consiste en colocar las semillas en condiciones de frío húmedo durante un tiempo determinado que varía de

acuerdo a la especie. Las semillas se colocaron en bolsas de tela y se sumergieron en una solución con agua y TMTD a una concentración de 15 gr de producto por cada 10 litros de agua durante dos horas. El tratamiento con fungicida se realizó para prevenir la aparición de hongos durante el proceso de estratificación. Luego se enjuagaron las bolsas con semilla y se colocaron en un recipiente con agua corriente durante 48 horas. Una vez finalizado este periodo, se procedió a escurrir las bolsas y a colocarlas en heladera (3-4 °C) por 35 días.

3.1.3. Test de germinación

El objetivo del test de germinación es estimar el número de semillas que son capaces de germinar bajo condiciones ambientales (luz, temperatura, humedad) óptimas. Los resultados son expresados como el porcentaje de semillas que producen plántulas normales.

Para realizar el test de germinación se utilizó una muestra de 31 árboles plus (20% del total). A su vez, se agruparon los árboles por lugar de procedencia muestreándose de cada lugar el 20% de los árboles cosechados. Las semillas, previamente estratificadas, se colocaron en cajas de petri con papel de filtro (Whatman Grade 1) húmedo. De cada lote de semillas se realizaron de 8 a 10 repeticiones de 20 semillas cada una, dependiendo de la cantidad de semilla de cada lote. El test se realizó en una cámara de crecimiento con un régimen de 8 horas luz y 16 horas de oscuridad con temperaturas de 30 °C durante el periodo de luz y 20 °C durante el periodo de oscuridad (ISTA, 1976). Las semillas fueron chequeadas diariamente para asegurar que el sustrato estuviese siempre húmedo. Para prevenir el desarrollo de hongos, se humedeció el papel de filtro con agua destilada mezclada con TMTD a una concentración de 1 gr/litro. De acuerdo a las reglas de ISTA (1976) se realizaron conteos del número de semillas germinadas a los 7, 14, 21 y 28 días.

3.1.4. Siembra de semillas

La siembra de semillas se realizó en Octubre de 2003 en el vivero Buena Unión de la empresa Colonvade S. A. Se sembró semilla suficiente de los árboles plus seleccionados como para instalar tres pruebas de



Figura 7. Vista de las plantas de *P. taeda* producidas para las pruebas de progenie (Vivero Buena Unión, Colonvade S.A.).

progenie (Figura 7). Al mes de la siembra se realizó un conteo de las plántulas para evaluar la germinación.

3.2. Resultados

3.2.1. Cosecha y procesamiento de semillas

Se cosechó semilla de 161 de los 199 árboles plus seleccionados en las 10 empresas forestales, la diferencia correspondió a árboles plus que no presentaron una cantidad suficiente de piñas al momento de la cosecha. Asimismo, luego del procesamiento de la semilla cosechada, siete árboles de los 161 cosechados no presentaron suficiente cantidad de semilla. Por lo tanto, el número final de árboles plus utilizados para la instalación de las pruebas de progenie fue de 154 (ver Anexo 1). En la mayoría de los casos se cosechó abundante semilla pero en algunos árboles, como es el caso de los árboles pertenecientes a la IMT, se cosechó poca cantidad de semilla debido a que los árboles tenían pocas piñas al momento de la cosecha. En el Cuadro 5 se presentan los valores promedio de la cantidad de semilla cosechada y del número de semillas por gramo para los árboles cosechados en cada empresa.

3.2.2. Test de germinación

El promedio de germinación de las semillas de los árboles plus muestreados fue de 76.7 % (Cuadro 6). En general, no se observaron diferencias mayores en la germinación entre los distintos lugares de cosecha, a excepción de la semilla procedente del I.N.C que presentó el valor más bajo de germinación. Esto puede explicarse en parte por ser árboles muy jóvenes (9 años), pero también puede haber una influencia importante del material genético y del sitio ya que semillas de árboles de la misma edad pero en otra plantación presentaron porcentajes altos de germinación.

Cuadro 5. Cantidad de semilla cosechada y número de semillas por gramo de árboles plus de *P. taeda*.

Lugar	n	Cantidad de semilla cosechada/árbol plus		N° de semillas/gr
		Promedio (gr/árbol)	Rango (gr/árbol)	Promedio
Caja Bancaria (Paysandú)	2	50.5	14.3 – 86.6	29
Caja Notarial (Río Negro)	42	25.9	1.8 – 86.7	35
I.F. Arazatí (San José)	5	11.6	4 – 14.9	43
I.M.T (Tacuarembó)	3	5.7	4.6 – 7.7	38
I.N.C. (Tacuarembó)	11	25.2	1.7 – 87.6	51
La Rosada (Tacuarembó)	26	77.7	1.9 – 300.6	37
Fymnsa (Rivera)	53	73.1	2.1 – 229.4	40
Arq. M.Zinger (Rivera)	11	146.6	4.3 – 340.1	40
Consular S.A. (Tacuarembó)	1	24.6	-	36
Promedio general/Total	154	48.9	4.3 – 144.2	39

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

Cuadro 6. Resultados del test de germinación realizado en el laboratorio ($n = 31$).

Lugar	% árboles muestreados respecto al total	Edad	% Germinación
I.F.Arazatí (San José)	20	13	76.4
Caja Notarial (Río Negro)	19	23	80.1
Consular S.A. (Tacuarembó)	100	9	78.2
Fymnsa (Rivera)	19	14 (13-19)	73.1
I.M.T. (Tacuarembó)	33	11	70.7
La Rosada (Tacuarembó)	19	27	87.6
I.N.C. (Tacuarembó)	27	9	59.7
Arq. M. Zinger (Rivera)	18	17	87.9
Promedio	31.9		76.7 ± 15.9

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

En la Figura 8 se presentan los valores promedio del porcentaje de germinación registrado a los 7, 14, 21 y 28 días. A los 14 días el 73% de las semillas ya habían germinado, luego del día 14 la germinación comenzó a estabilizarse.

3.2.3. Siembra de semillas

El porcentaje de germinación promedio registrado al mes de la siembra fue de 84.2% (Cuadro 7). La germinación de la semilla fue alta para la mayoría de los lugares de cose-

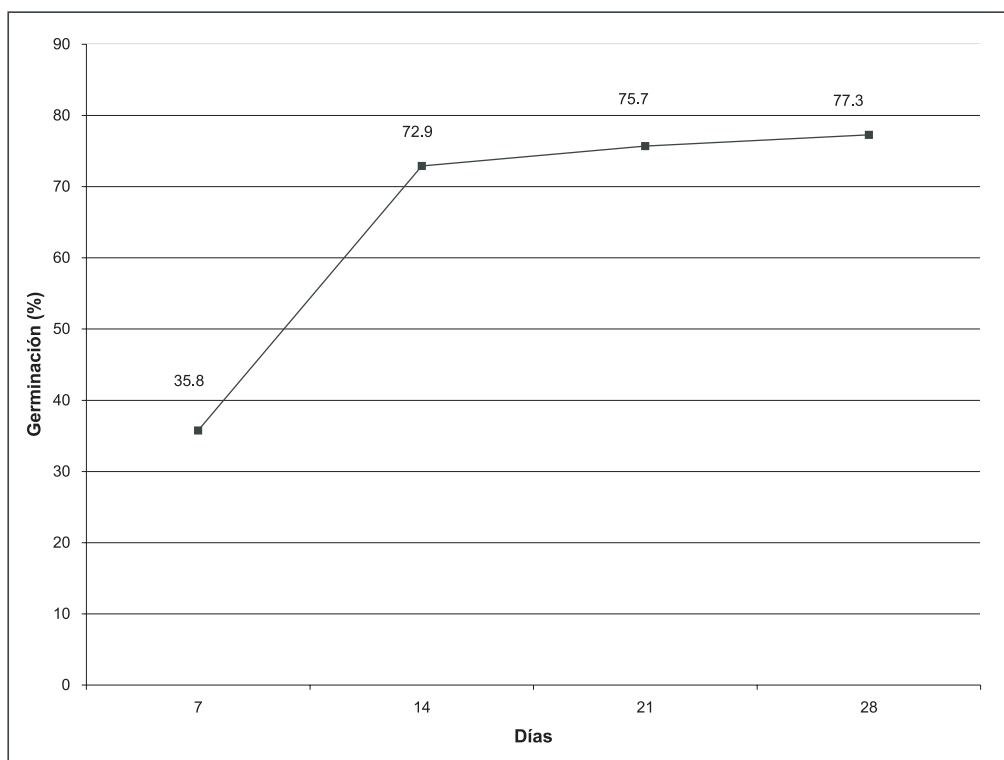


Figura 8. Valores promedio de germinación de semillas de *P. taeda* a los 7, 14, 21 y 28 días ($n = 31$).

Cuadro 7. Porcentaje de germinación promedio de semilla de 154 árboles plus de *P. taeda* por lugar de procedencia al mes de la siembra.

Lugar	Germinación (%)	n
Caja Bancaria (Paysandú)	86.6	2
Caja Notarial (Río Negro)	88.6	42
I.F. Arazatí (San José)	86.3	5
I.M.T (Tacuarembó)	58.8	3
I.N.C. (Tacuarembó)	67.2	11
La Rosada (Tacuarembó)	96.6	26
Fymnsa (Rivera)	91.7	53
Zinger (Rivera)	89.4	11
Consular S.A. (Tacuarembó)	92.7	1
Promedio	84.2	154

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

cha, a excepción de la semilla cosechada en I.N.C. y en la IMT que presentaron porcentajes de germinación más bajos. Las plantaciones de I.N.C. y de la IMT son de árboles jóvenes (9 y 11 años respectivamen-

te) en cuanto a la edad de producción de semilla, lo cual podría estar explicando en parte el menor valor de germinación obtenido.

4. INSTALACIÓN DE LAS PRUEBAS DE PROGENIE

4.1. Antecedentes

Debido a que los árboles plus fueron seleccionados en base características fenotípicas, es necesaria la instalación de pruebas de progenie para poder evaluar el valor productivo de sus genotipos. Los objetivos principales de una prueba de progenie son: 1) estimar localmente para las características de interés los parámetros genéticos de la población (heredabilidad, interacción genotipo-ambiente, correlaciones genéticas para una característica a distintas edades, correlaciones genéticas entre distintas características); 2) evaluar performance y por lo tanto seleccionar las familias o clones que serán mantenidos para formar el huerto semillero (Balmelli, 1999). Además de estos dos objetivos, las pruebas de progenie instaladas en este proyecto contribuirán a ampliar la base genética del actual plan de mejoramiento de *P. taeda* basado en métodos no clonales.

Una vez instaladas las pruebas de progenie, la siguiente etapa es la evaluación de las mismas. La evaluación de las pruebas de progenie permitirán separar aquellos árboles cuya superioridad fenotípica pueda haber resultado de crecer en un buen ambiente de aquellos que son superiores porque tienen buenas características genéticas, siendo estos últimos los de interés en un plan de mejoramiento genético (Zobel y Talbert, 1984). El período de evaluación comienza al año de instaladas las pruebas, en donde se evalúa la sobrevivencia y la altura de los árboles. La evaluación se continúa generalmente cada dos años midiéndose además de la sobrevivencia y la altura, el diámetro (a la base en el segundo año y a la altura del pecho – DAP - en los años siguientes), con lo que se calcula la producción de madera por árbol y por hectárea. Con esta información se calcula un valor genético o valor de cría para cada progenitor en base al

comportamiento de su progenie para las características mencionadas (Balmelli, 1999).

Los parámetros genéticos se utilizan para orientar la estrategia de selección y los valores genéticos o de cría se utilizan para realizar un ranking de las familias o clones y estimar las ganancias genéticas. De esta forma, se realizan sucesivos raleos en el huerto semillero seleccionando los mejores genotipos como productores de semilla (Balmelli, 1999).

4.2. 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 8 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.

4.3. Resultados

En cada una de las pruebas se realizaron evaluaciones de sobrevivencia al primer y tercer mes de instaladas las mismas y se efectuaron las reposiciones correspondientes. En el Cuadro 9 se presentan los resultados promedio de la sobrevivencia a los tres meses para las progenies de los árboles plus provenientes de cada empresa. Dada la muy temprana edad de los ensayos, estos resultados se presentan solamente a efectos descriptivos de la totalidad de los ensayos.

Cuadro 8. 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
N° 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)	Aplicación total de herbicida en Febrero 2004 (Glifosato, 5 l/ha)	Aplicación total de herbicida en Abril 2004 (Glifosato 6 l/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 gr/planta (N-11 P-35 K-8 MgO-2 S-4.2 Zn-03 B-0.4)	No	No

BCA = Bloques completos al azar

El cuidado post-plantación (control de hormigas, control de malezas, etc) y los tratamientos silviculturales (podas y raleos) de las pruebas de progenie instaladas seguirán el mismo esquema que una plantación comercial. Se realizaran mediciones anuales o bianuales de las distintas pruebas de progenie siguiendo el esquema descrito en el numeral 4.1. Las Figuras 9, 10 y 11 muestran una vista general de cada una de las pruebas instaladas.

5. PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE LOS ÁRBOLES PLUS

5.1. Antecedentes

Los árboles plus seleccionados fueron propagados mediante injertos. Esta técnica es utilizada para propagar *P. taeda* por vía vegetativa en otros países tales como Estados Unidos, Argentina y Sudáfrica con bue-

Cuadro 9. Supervivencia promedio (%) de las progenies de los árboles plus de *P. taeda* evaluada a los tres meses.

Lugar	Prueba 1 (Rivera)		Prueba 2 (Tacuarembó)		Prueba 3 (Paysandú)	
	Supervivencia (%)	n	Supervivencia (%)	n	Supervivencia (%)	n
Caja Bancaria (Paysandú)	95	2	98	2	90	2
Caja Notarial (Río Negro)	91.5	41	93.9	42	87.3	39
I.F.Arazatí (San José)	96	5	96	5	88	5
I.M.T (Tacuarembó)	93.3	3	96	3	96	2
I.N.C. (Tacuarembó)	97.2	9	96	11	92.4	9
La Rosada (Tacuarembó)	93.6	25	95	26	89.6	25
Fymnsa (Rivera)	92.5	51	92.3	53	86.4	49
Zinger (Rivera)	92.2	11	94.5	11	89.1	11
Consular S.A. (Tacuarembó)	100	1	100	1	88	1
Promedio	94.3	148	95.7	154	89.6	143

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

n = número de progenies

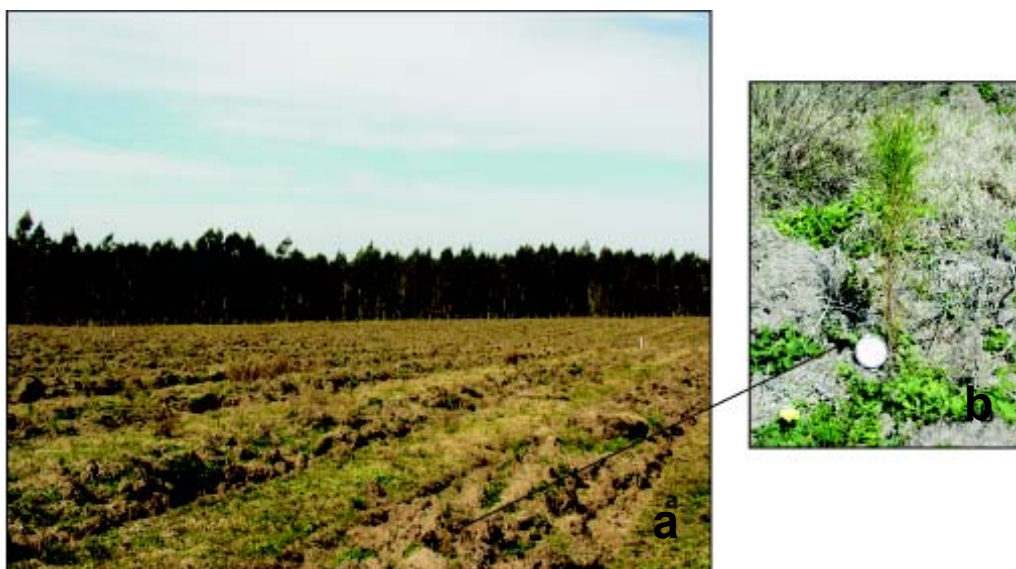


Figura 9. Prueba de progenie de árboles plus de *P. taeda* instalada en Tacuarembó: a) vista general; b) planta de *P. taeda* a los 3 meses de la plantación.



Figura 10. Prueba de progenie de árboles plus de *P. taeda* instalada en Rivera a los 3 meses de la plantación.



Figura 11. Distribución de las plantas dentro de los bloques - prueba de progenie de árboles plus de *P. taeda* instalada en Paysandú.

nos resultados (McKeand y Jett, 2000; Dorman, 1976; Wright, 1976; Fahler y Orozco, 1986). El éxito en la realización de injertos requiere de una atención cuidadosa de los distintos pasos involucrados. Los principales factores a considerar para obtener buenos resultados son: la producción de pies o portainjertos sanos y de buen vigor, la obtención de púas vigorosas, la elección de la época adecuada y la utilización de las herramientas apropiadas.

Las plantas pie deben ser sanas, con un sistema radicular bueno y presentar una buena relación entre el diámetro y la altura. Esto último es de gran trascendencia ya que es lo que permite tener una buena secuencia de diámetros para hacer lograr coincidir en algún punto (preferentemente cerca de la zona apical) el diámetro del material a injertar (púas) con el diámetro del pie. La coincidencia de los diámetros es lo que asegura la unión satisfactoria de los tejidos del cambium del pie y de la púa.

Con respecto a la época, la gran mayoría de las especies de coníferas, incluyendo a *P. taeda*, se injertan con éxito en un período

corto que va desde fines de invierno (Julio) hasta próximo al comienzo de la brotación (Agosto) (McKeand y Jett, 2000; Hartmann y Kester, 1999). Los injertos realizados en esa época se denominan injertos de "yema dormida". Con relación a las técnicas de injerto, para especies de coníferas la bibliografía reporta la técnica de injerto lateral o de costado como la de uso más difundido (Hartmann y Kester, 1999; Dorman, 1976). Sin embargo, la técnica más utilizada en otros países con experiencia en propagación de *P. taeda* tales como Argentina y Estados Unidos es la de injerto apical (McKeand y Jett, 2000; Fahler y Orozco, 1986).

5.2. 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.

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

5.2.1. 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 2ª 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 (Figura 12). En el Cuadro 10 se presenta un resumen de las características de las plantas pie utilizadas.

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.

5.2.2. Cosecha, preparación y almacenamiento de las púas

De cada árbol plus se cosecharon ramas del tercio superior de la copa para aumentar



Figura 12. Vista de las plantas pie de *P. taeda* para la realización de injertos.

Cuadro 10. Altura, diámetro a la base y diámetro a 50 cm de altura de las plantas pie ($n = 623$).

	Altura (cm)	Diámetro a la base (cm)	Diámetro a 50 cm de altura (cm)
Promedio	100.4	1.3	0.9
Mínimo	50.0	0.4	0.3
Máximo	170.0	2.3	1.6

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 (Figura 13). 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 Agosto, las cuales se encontraban iniciando su brotación.

5.2.3. 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 cui-

dadosamente 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 (Figura 14).

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 (Figura 14).
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 (Figura 14).
4. Acondicionamiento: Todos los pasos descriptos fueron realizados dentro de un



Figura 13. Cosecha de púas en el campo: a) ramas de 15-20 cm de largo; b) púas de 10-15 cm de largo con 1/3 de las acículas; c) púas en papel húmedo; d) púas en bolsas de nylon prontas para ser colocadas en conservadoras para el transporte.

invernáculo (Figura 15). 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.

5.2.4. 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.

5.2.4.1. 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). Se realizó una primera poda a los tres meses de realizados los injertos 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.

5.2.4.2. 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.

5.2.4.3. 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 plásti-



Figura 14. Etapas de la técnica de injerto empleada: a) púa con bisel y navaja de injertar; b) colocación de la púa en el corte realizado en el pie; c) fijación de la púa al pie con cinta de injertar; d) injerto con bolsa.

ca 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.

5.2.4.4. 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.



Figura 15. Vista del invernáculo en donde se realizaron los injertos.

5.2.4.5. 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.

5.2.5. Equipamiento y materiales

Las herramientas utilizadas en la realización de injertos fueron: banco de injertar con mesa, navajas de injertar, cinta de injertar, tijera de podar, bolsa de nylon, cinta de nylon y marcador permanente para la identificación, alcohol y algodón (Figura 16). Las navajas de injertar se mantuvieron siempre bien afiladas y todos los materiales usados para injertar (navajas, tijeras) se mantuvieron limpios usando alcohol para remover los residuos y esterilizar la superficie.

5.2.6. Procesamiento de los datos

Se realizó un seguimiento de los injertos evaluándose al primer, segundo y tercer mes la proporción de injertos brotados, sin señales visibles de brotación y secos. Con esta información se calculó el porcentaje de brotación de los injertos realizados por árbol plus (clon) y se analizaron los datos por lugar de procedencia de los árboles y por época de realización de los injertos. Es im-



Figura 16. Materiales empleados en la realización de los injertos: a) banco de injertar; b) herramientas utilizadas.

portante mencionar que la realización de injertos de *P. taeda* en el marco de este proyecto no siguió un diseño experimental con la finalidad de evaluar estadísticamente el efecto de los distintos factores involucrados en el éxito de los injertos, ya que el objetivo fue la obtención de la mayor cantidad posible de plantas injertadas por cada árbol plus para la instalación del huerto semillero.

5.3. Resultados

De los 152 árboles plus propagados, 20 fallaron, por lo que el número de árboles exitosamente multiplicados fue de 132. El porcentaje de brotación promedio de los injertos realizados por árbol plus evaluado a los tres meses fue de 36%. En general, los materiales provenientes de todas las empresas registraron valores buenos de brotación, con la excepción de algunos materiales que se injertaron fuera de época (Cuadro 11). En el Anexo 1 se presentan los valores de brotación en forma individual para cada árbol plus.

Se registró una gran variabilidad entre los distintos materiales genéticos, con un porcentaje mínimo de injertos brotados por árbol plus de 0% y un máximo de 82.5%. El 32% de los árboles plus propagados presentaron valores superiores al 50% de brotación, el 36% de los árboles presentaron valores de brotación entre 25% y 50% y la brotación del 32% restante de los árboles varió entre 0% y 25% (Figura 17).

En la Figura 18 se presenta la evolución del proceso de brotación de los injertos. Se observa que a los 30 días de realizados los injertos estos comenzaron a brotar, si bien la brotación ocurrió mayormente a los 60 días de realizados los injertos. Como se observa en la Figura 18, si bien al tercer mes de evaluación cerca del 30% de los injertos no presentaban brotación visible no estaban secos. En evaluaciones posteriores se confirmará si estos injertos brotaron o si se han secado.

La mayoría de los injertos (80%) se realizaron entre los meses de Junio y Julio, so-

Cuadro 11. Porcentaje de brotación promedio de injertos en 152 árboles plus por lugar de procedencia a los tres meses.

Empresa	N° árboles plus		N° injertos /árbol plus	Edad promedio	Brotación de injertos/árbol plus (%)		
	(1)	(2)			Promedio	Mínimo	Máximo
Fymnsa	53	53	40	16	49	2.5	82.5
I.M.T	2	2	40	11	33.8	25	42.5
I.N.C.	11	11	40	10	54.5	35	77.5
Zinger	10	10	40	18	38.3	27.5	55
Consular S.A.	1	1	40	10	82.5	-	-
Caja Notarial	42	26	40	23	15.1*	0	80
La Rosada	26	26	40	28	45.1	15	72.5
Caja Bancaria	2	2	40	14	5*	2.5	7.5
I.F. Arazatí	5	1	40	14	0.5*	0	2.5
Totales	152	132			36.0	0	82.5

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

(1) Árboles seleccionados; (2) Árboles exitosamente propagados

* Se corresponden con injertos realizados fuera de época (Agosto-Setiembre)

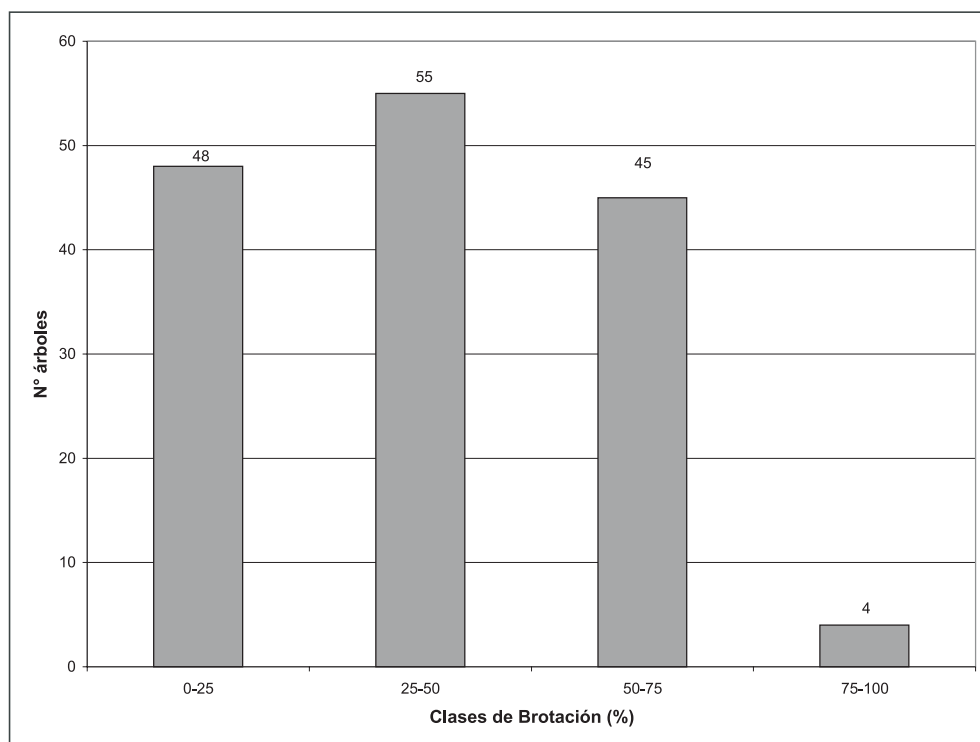


Figura 17. Porcentaje de brotación de injertos de 152 árboles plus de *P. taeda* a los tres meses.

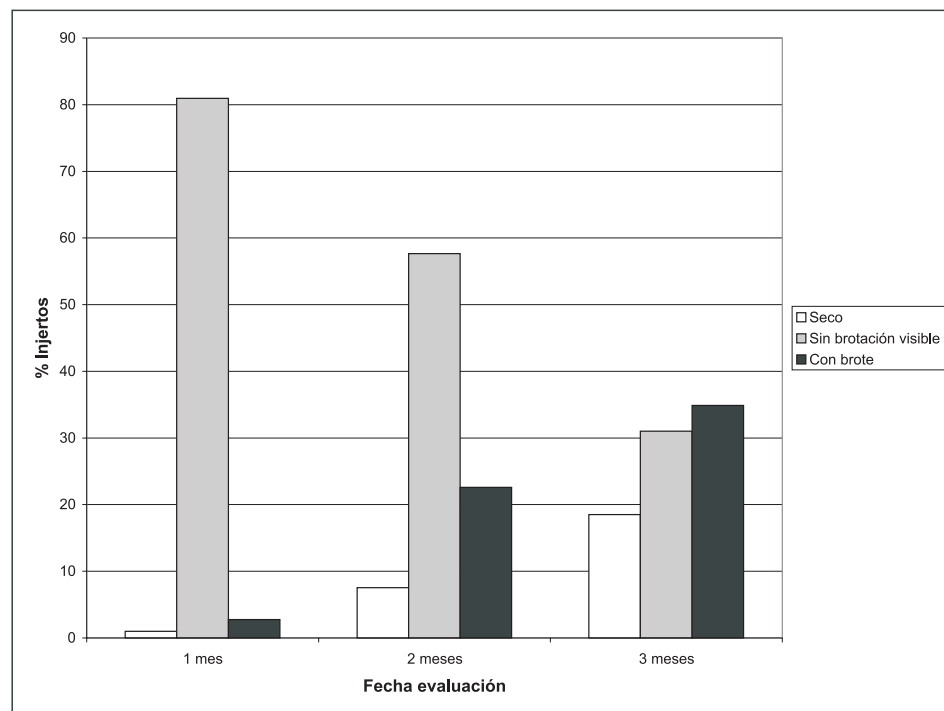


Figura 18. Evolución de la brotación de injertos de 152 árboles plus de *P. taeda* por fecha de evaluación.

lamente el 20% se realizó entre fines de Agosto y principios de Setiembre. De acuerdo a los resultados obtenidos, las mejores fechas para injertar *P. taeda* en nuestras condiciones fueron Junio y Julio (Figura 19). Los injertos realizados en Junio tuvieron un porcentaje de brotación promedio de 47.1 % y los realizados en Julio de 45.2 %, mientras que los injertos efectuados en la segunda quincena de Agosto y en la primera quincena de Setiembre registraron valores muy bajos de brotación. Los resultados obtenidos son coincidentes con lo indicado por la bibliografía con relación a que la época óptima para realizar injertos en *P. taeda* es en cuando la yema está dormida, lo cual en nuestras condiciones se corresponde con los meses de Junio y Julio (McKeand y Jett, 2000; Hartmann y Kester, 1999). Si los injertos realizados fuera de época (indicados con * en el Cuadro 11) no se tomaran en cuenta, el porcentaje de brotación promedio por árbol ascendería a 51%, lo cual es un resultado muy satisfactorio.

En la Figura 20 se presentan fotografías de los injertos brotados y en las Figuras 21 y 22 se muestran vistas del invernáculo con los injertos de *P. taeda*.

Con respecto a la influencia de la edad de los árboles plus en la brotación de los injertos, en general se podría decir que en el rango de edad estudiado de 10 a 28 años, la edad parece no afectar significativamente el prendimiento de los injertos. Esto coincide con lo indicado por McKeand y Jett (2000) que reportan que para clones de menos de 20 a 30 años de edad los efectos de maduración raramente afectan el éxito de los injertos.

A los tres meses de realizados los injertos se efectuó una inspección de cada planta injertada para registrar la presencia o ausencia de flores. El 15 % de la totalidad de los injertos brotados (2220) presentaron flores, representando el 61 % de los clones (Cuadro 12) (Figura 23). Es importante acla-

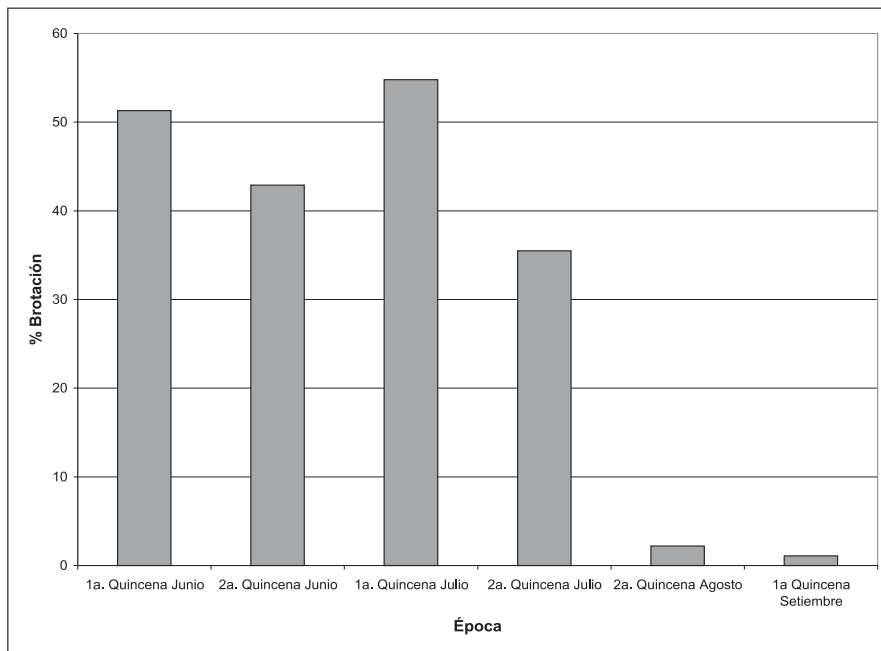


Figura 19. Porcentaje de brotación de injertos de 152 árboles plus de *P. taeda* por época de realización.



Figura 20. Injertos de *P. taeda* a los 3 meses de realizados: planta entera (arriba), detalle de la púa brotada (abajo).

rar que esta floración proviene de yemas reproductivas que ya estaban diferenciadas al momento de cosechar el material en el campo.

5.3.1. 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 se-



Figura 21. Vista del invernáculo con injertos de *P. taeda*.



Figura 22. Vista interior del invernáculo con injertos de *P. taeda*.

lecciones 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 transplante 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

Cuadro 12. Número de plantas injertadas con flores a los tres meses de realizados los injertos.

Empresa	N° total de clones	N° de clones con flores	N° total de injertos brotados	N° de injertos con flores
I.F. Arazatí	1	0	1	0
Caja Bancaria	2	0	4	0
Consular S.A.	1	1	33	8
Caja Notarial	26	10	254	18
Fymnsa	53	45	1039	222
I.N.C.	11	6	240	12
I.M.T.	2	0	27	0
La Rosada	26	12	469	42
Zinger	10	6	153	22
Totales	132	80	2220	324



Figura 23. Injertos de *P. taeda* con flores masculinas (izquierda) y flores femeninas (derecha).

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 necesaria

rio 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.

6. INSTALACIÓN DEL HUERTO SEMILLERO CLONAL

6.1. Antecedentes

Un huerto semillero se define como una plantación de árboles genéticamente superiores, suficientemente aislados para reducir la posible contaminación externa y sujeto a un manejo intensivo para producir semilla de manera frecuente, abundante y fácilmente cosechable (Zobel y Talbert, 1984). El huerto puede estar constituido por plantas de progenies o por clones (por ejemplo: injertos o estacas) de árboles selectos por características deseadas. Estos últimos se denominan *huertos semilleros clonales*.

En este proyecto se instaló un huerto semillero clonal de polinización abierta de *P. taeda* con los materiales obtenidos por injerto de acuerdo a lo descrito en la sección 5. Las principales ventajas de un huerto semillero clonal frente a uno proveniente de progenies de árboles selectos son: 1) los intervalos generacionales son mas cortos; 2) la ganancia genética obtenida es mayor; 3) la producción de semillas comienza antes (6-10 años) que en plantas provenientes de semilla ya que el material propagado mantiene la madurez fisiológica del clon selecto; 4) el huerto semillero clonal se puede instalar al mismo tiempo que se realiza la selección y 5) se pueden capturar genotipos destacados en la selección y obtener tantas replicas de éstos como se desee (Zobel y Talbert, 1984; Schultz, 1997).

Para asegurar la producción de semilla mejorada, la instalación y el manejo del huerto semillero debe apuntar a impedir la contaminación con fuentes externas de polen, reducir al mínimo las posibilidades de fecundación entre individuos emparentados, asegurar el aporte homogéneo de polen y ma-

nejar los árboles de manera de facilitar la cosecha de semillas (Zobel y Talbert, 1984; Schultz, 1997). En este sentido se deben considerar los siguientes aspectos:

6.1.1. Ubicación del huerto

El huerto semillero requiere de un cuidado intenso, por lo tanto son preferibles aquellos lugares de fácil acceso y próximos a los centros donde se encuentre el personal que se encargará del cuidado del huerto. Asimismo, el terreno debe presentar relativa homogeneidad y escasa pendiente de manera de permitir la entrada de maquinaria para las tareas de mantenimiento del huerto y la cosecha de semillas (Fahler y Orozco, 1986; Schultz, 1997).

6.1.2. Preparación del terreno

La preparación del terreno no difiere de la realizada para plantaciones comerciales. Es muy importante realizar un buen control de malezas previo y posteriormente a la plantación y un intenso control de hormigas.

6.1.3. Aislamiento

El huerto semillero debe estar protegido de contaminación de polen de fuentes externas, ya que el objetivo es que ocurra el cruzamiento exclusivamente entre los individuos incluidos en el huerto. En general, para especies de *Pinus* se recomienda tener por lo menos 300 m de aislamiento (Fahler y Orozco, 1986; Zobel y Talbert, 1984). Esa distancia seria recomendable tenerla cubierta por un rodal adulto de otra especie o por monte nativo (Fahler y Orozco, 1986).

6.1.4. Tamaño del huerto

El tamaño del huerto está determinado por la cantidad de semilla necesaria, la especie involucrada, la ubicación del huerto, la disponibilidad de semilla de otras fuentes y los costos de producción de la semilla.

Para las especies de *Pinus* en el sur de Estados Unidos se recomienda un tamaño mínimo de 2 ha (Zobel y Talbert, 1984).

Con respecto al número de clones a incluir en el huerto, se debe considerar un número mínimo que permita disminuir los riesgos de autofecundación y a la vez proporcionar una base genética amplia para la producción de semilla luego de realizados los raleos genéticos (Fahler y Orozco, 1986; Zobel y Talbert, 1984). En este sentido, cuanto menor sea el número de clones incluidos en el huerto, mayor será la probabilidad de que plantas del mismo clon se encuentren próximas. En general, se puede considerar que aproximadamente el 50% de los clones inicialmente plantados en el huerto serán eliminados luego de los raleos (Zobel y Talbert, 1984). Realizando una correcta selección, se estima que el número mínimo de clones puede ser entre 25 y 40, de los cuales luego de los raleos genéticos quedarán 20 clones o menos para la producción de semilla (Zobel y Talbert, 1984).

6.1.5. Diseño del huerto

El diseño del huerto semillero varía en función del número de clones involucrados y de la forma de polinización utilizada (libre o controlada). En general, el huerto semillero se diseña de forma tal de facilitar la polinización libre entre los árboles y establecer una distribución de los clones que minimice las posibilidades de autofecundación (Zobel y Talbert, 1984; Schultz, 1997). Si se cuenta con un número similar de árboles por cada clon, el diseño sistemático sería el más apropiado ya que es el que asegura la máxima distancia entre árboles del mismo clon. El diseño aleatorio es más práctico de implementar en aquellos casos en que el número de árboles por cada clon es diferente. Este diseño permite, mediante sucesivas repeticiones, distribuir los clones por sorteo en cada bloque. En el caso de que el azar determine que un clon se encuentre próximo a otra planta del mismo clon, el sorteo debe realizarse nuevamente.

6.1.6. Espaciamiento de las plantas

La distancia entre los árboles dentro del huerto es muy importante para maximizar el crecimiento y desarrollo de la copa y con esto favorecer la producción de flores y semillas (Zobel y Talbert, 1984; Schultz, 1997). En este sentido, los espaciamientos mayores permiten a los árboles tener una adecuada recepción de luz en toda la copa y realizar una exploración radicular extendida. Las distancias de plantación recomendadas para huertos clonales de *P. taeda* varían desde 5 x 5 m hasta 10 x 10 m, dependiendo del desarrollo de copa de cada clon (Fahler y Orozco, 1986).

6.1.7. Cuidados posteriores

Se deben realizar los cuidados necesarios para asegurar condiciones óptimas de crecimiento. En este sentido, se realizarán riegos en la medida que las condiciones lo justifiquen, fertilizaciones, control de hormigas y control de malezas. Dado el escaso número de plantas por unidad de superficie, es importante mantener un correcto control de malezas sin que esto favorezca la erosión, por ejemplo manteniendo fajas empastadas en las entre filas y controladas regularmente en forma mecánica.

6.2. Metodología

Para la instalación del huerto semillero clonal de *P. taeda*, 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 13 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

Cuadro 13. Características del sitio, preparación del terreno y plantación del huerto semillero.

Lugar	EENN- INIA	
	Potrero	16
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 (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

clones fue de 132. Si bien este 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 14 se presenta la cantidad de plantas y de clones incluidos en el huerto semillero por lugar de procedencia (empresa).

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. En el Cuadro 15 se presenta en forma resumida el número de clones incluidos por cada bloque. De los 33 bloques totales, 15 presentaron entre 70 y 127 clones, 6 tu-

Cuadro 14. 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").



Figura 24. Instalación del huerto semillero clonal de *P. taeda* - aplicación de herbicida en fajas.

Cuadro 15. Número de clones por bloque instalados en el huerto semillero.

Nº clones/bloque	Nº bloques
127-110	7
110-90	4
90-70	4
70-50	3
50-30	3
30-10	5
< 10	7
Total de bloques	33

vieron entre 30 y 70 clones y los 12 bloques restantes estuvieron conformados por menos de 30 clones.

La plantación del huerto semillero comenzó en Noviembre de 2004 y al momento de realizar esta publicación todavía estaba en ejecución. Las Figuras 24 y 25 muestran las distintas tareas realizadas para la preparación del terreno del huerto. Las Figuras 26 y 27 presentan una vista del huerto y de los injertos plantados a campo.



Figura 25. Instalación del huerto semillero clonal de *P. taeda* – laboreo en fajas.



Figura 26. Vista general del huerto semillero clonal de *P. taeda* (Noviembre 2004).



Figura 27. Injerto de *P. taeda* plantado en el huerto semillero clonal (Noviembre 2004).

6.3. 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 28 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 eliminándose 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 en pie (Figura 28).

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

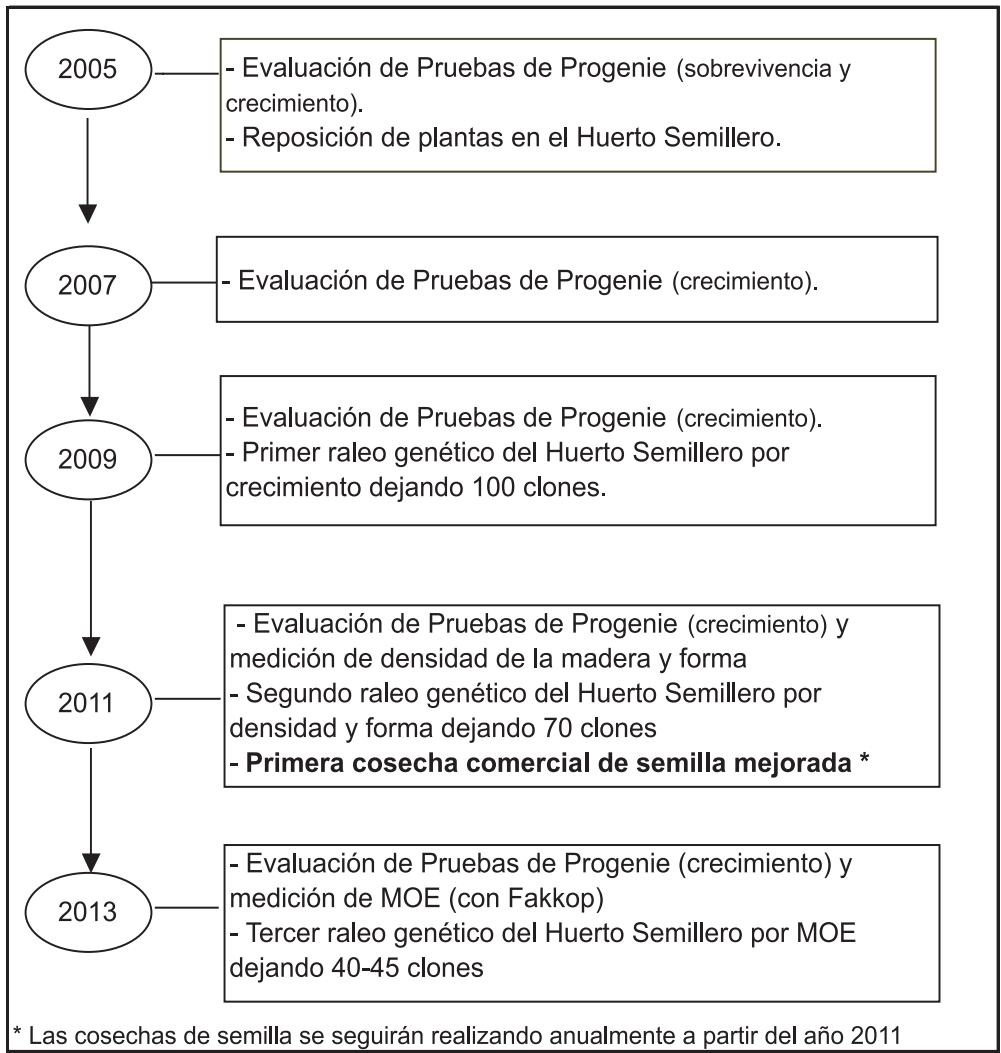


Figura 28. Cronograma de actividades previsto para la obtención de semilla mejorada del huerto semillero clonal de *P. taeda*.

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 entre 56 y 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.).

Además de las actividades descriptas enfocadas a la producción de semilla, se seguirán realizando intensamente los tratamientos culturales (e.j. control de malezas, control de hormigas y fertilizaciones) de manera de asegurar las condiciones óptimas para el crecimiento de los clones en el huerto semillero. Asimismo, para facilitar las tareas de cosecha se realizará un tronchado de las copas al tercer año.

7. 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, contribui-

rán 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 de semilla mejorada en seis a siete años. Esto constituirá un avance de gran trascendencia ya que será la primera producción de semilla adaptada a las condiciones agroecológicas y objetivos de producción de Uruguay. La instalación de un huerto semillero clonal implica un gran volumen de trabajo con relación a los huertos de progenies debido a las tareas de propagación vegetativa que implica, además de la instalación de las pruebas de progenie en forma simultánea. A pesar de esto, los huertos semilleros clonales permiten no solo acortar los ciclos de producción de semilla en varios años sino que también obtener una ganancia genética mayor con respecto a la utilización de métodos no clonales.

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. Esto constituye un nuevo aporte en esta temática ya que no se contaba con información previa en el país. La experiencia adquirida permitirá alcanzar niveles de prendimiento aún mayores en otros proyectos que involucren la realización de injertos en el género *Pinus*.

8. AGRADECIMIENTOS

Al Programa de Desarrollo Tecnológico (PDT) del Ministerio de Educación y Cultura por la financiación otorgada para la realización del proyecto S/C/OP/07/28 a través de la Convocatoria N° 7.

A las siguientes instituciones y empresas por su colaboración en la selección de

árboles plus: FYMNSA, Caja Notarial, Caja Bancaria, Industrias Forestales Arazatí, Estancia "La Rosada", Arq. Mario Zinger, Intendencia Municipal de Tacuarembó, Instituto Nacional de Colonización, Consular S.A. y Centro Forestal Chileno (CEFCOSA). A los viveros San Felipe y Santiago S.A y Buena Unión de Colonvade S.A. por la producción de las plantas pie para los injertos y las plantas para las pruebas de progenie respectivamente. A las empresas FYMNSA, Colonvade S.A y Forestal Cono Sur S.A. por su colaboración en la instalación de las pruebas de progenie.

A todo el personal técnico y de apoyo del Programa Forestal de INIA por su participación en las distintas actividades del proyecto. A las estudiantes del Instituto de Gestión Agropecuaria (IGAP) Sofía Albano y Gissel Cantero por su colaboración en la propagación de los árboles plus.

9. BIBLIOGRAFÍA

- BALMELLI, G. 1999. Plan de Mejoramiento Genético para *Eucalyptus grandis* del Programa Nacional Forestal. En: Avances en Mejoramiento Genético y Manejo de Especies de *Eucalyptus*. Serie de Actividades de Difusión 189. INIA. Tacuarembó. pp. 31-45.
- 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.
- BÖTHIG, S. 2001. Indicadores de calidad para la evaluación de la madera de acuerdo a su uso final. Proyecto de Tecnología de Ensayo de Productos Forestales LATU-JICA. Presentaciones en Expoforestal 2000. Laboratorio Tecnológico del Uruguay. pp. 3-14.
- DORMAN, K.W. 1976. The genetics and breeding of Southern Pines. US Department of Agriculture. Forest Service Agricultural Handbook N° 471. 407 p.
- FAHLER, J.C.; OROZCO, E.G. 1986. Huertos Semilleros Clonales. *Pinus elliottii*-*Pinus taeda* a) Concepto-Selección-Instalación. Cartilla N° 11. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, Misiones, Argentina. 16 p.
- HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E. 1999. Propagación de Plantas. Principios y Prácticas. Compañía Editorial Continental, S.A. de C.V. México. 759 p.
- ISTA, 1976. Reglas Internacionales para ensayos de semillas. Ministerio de Agricultura, Dirección General de Producción Agraria, Instituto Nacional de Semillas y plantas de vivero. Madrid, España. 184 p.
- MCKEAND, S.; JETT, J.B. 2000. Grafting Loblolly Pine. American Conifer Society Bulletin 17 (1): 22-30.
- METHOL, R. 2003. Ensayos de procedencias de *P. taeda* en suelos 8 de la Zona de Arévalo (Cerro Largo). En: Avances en Investigación y Transferencia de Tecnología en Zona de Prioridad Forestal 8. Serie Actividades de Difusión N° 321. INIA. Tacuarembó. pp. 25-26.
- 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. Serie técnica N° 123. INIA, Montevideo. Uruguay. pp. 97-101.
- MINISTERIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. Dirección General Forestal. 2003. Boletín estadístico, Año 4, N° 3. Dirección General Forestal, Ministerio de Ganadería Agricultura y Pesca. Montevideo, Uruguay.
- PÉREZ DEL CASTILLO, A.; de Castro, R.; Ohta, S. 2000. Indices de Calidad de Madera de *Pinus taeda* en Rivera para la optimización en el uso final. Informe de Investigación N°2. Proyecto LATU-JICA. Laboratorio Tecnológico del Uruguay. 26 p.

SCHULTZ, R.P. 1997. Loblolly Pine. The Ecology and Culture of Loblolly Pine (*Pinus taeda* L.). Agricultural Handbook 713. U.S. Department of Agriculture, Forest Service. Washington, D.C.

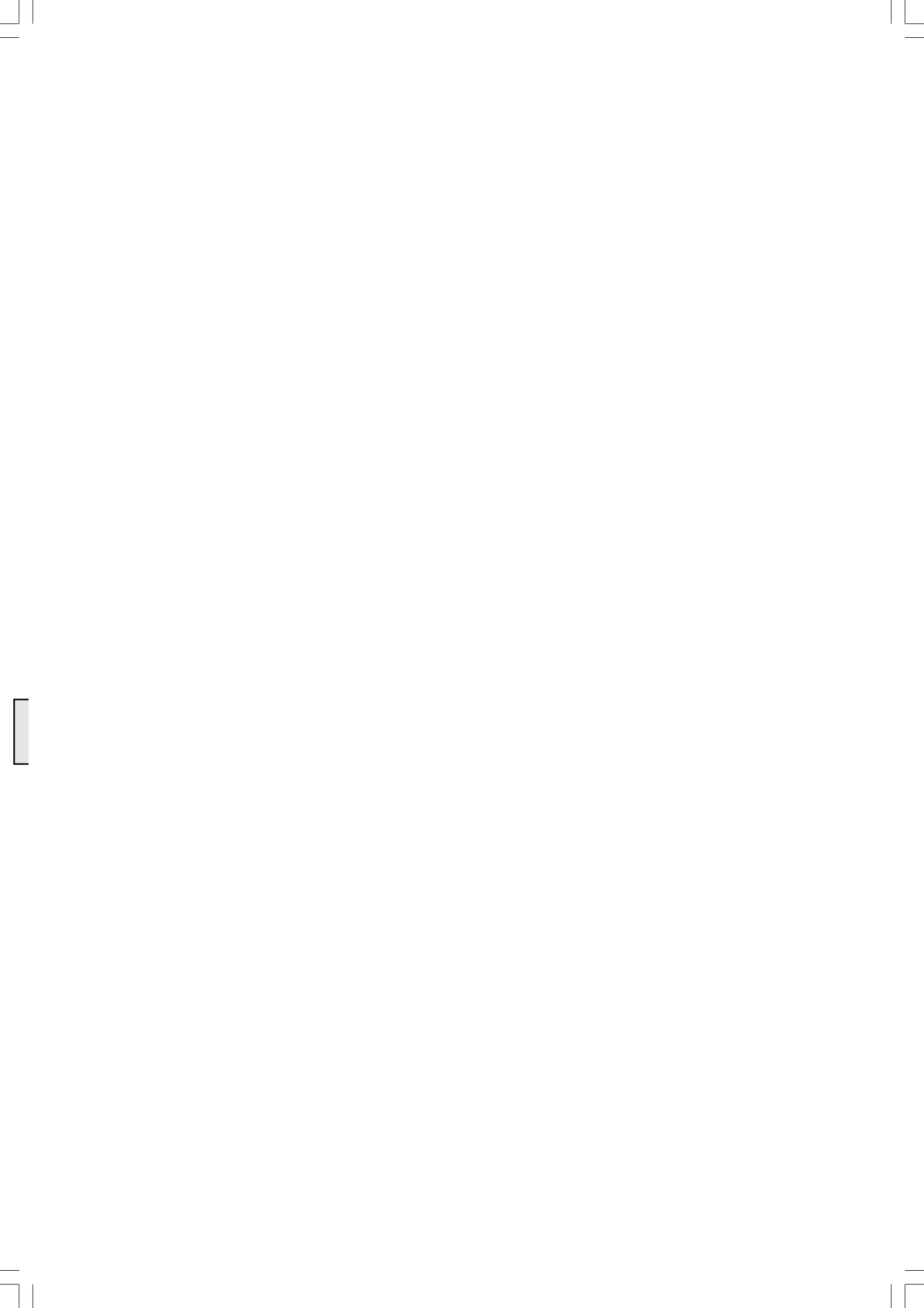
SMITH, D.M. 1954. Maximum moisture content method for determining specific gravity of small wood samples. Report N° 2014. Madison, USDA. 8 p.

TUSET, R.; DURÁN, F. 1981. Manual de maderas comerciales, equipos y procesos de utilización. Hemisferio Sur. Montevideo. 688 p.

WRIGHT, J.W. 1976. Introduction to forest genetics. Academic Press, Inc., San Diego, California. 463 p.

ZOBEL, B; TALBERT, J. 1984. Applied Forest Tree Improvement. Wiley, New York. 505 p.

ANEXO 1



Anexo 1. Resumen de las características de 152 árboles plus de *P. taeda* incluidos en las pruebas de progenie y en el huerto semillero clonal.

N° árbol	Empresa	Año	DAP	Signif	Forma	Suma Rama	Sup (%) todos	Densidad	PP Tbó	PP Rivera	PP Pdú	% Brotación	N° en HS
993	I.F. Arazati	1990	27.5	***	4	4.5	27.4%	0.40	Sí	Sí	Sí	0	0
994	I.F. Arazati	1990	26.6	**	4	4.5	23.8%	0.41	Sí	Sí	Sí	0	0
995	I.F. Arazati	1990	27.8	***	4	4.5	22.5%	0.35	Sí	Sí	Sí	2.5	1
997	I.F. Arazati	1991	25.3	**	4	4	34.2%	0.40	Sí	Sí	Sí	0	0
998	I.F. Arazati	1991	25.3	***	4	4.5	32.8%	0.39	Sí	Sí	Sí	0	0
906 A	C. Bancaria	1989	33.1	**	5	5	26.20%	0.45	Sí	Sí	Sí	7.5	3
908 A	C. Bancaria	1991	29	**	4.5	4.5	28.7%	0.36	Sí	Sí	Sí	2.5	1
910 A	C. Notarial	1968	47	*	4	4	12.6%	0.44	Sí	Sí	Sí	0	0
911 A	C. Notarial	1968	53.8	***	4	3.5	27.8%	0.39	Sí	Sí	Sí	0	0
912 A	C. Notarial	1968	50	***	4	3.5	19.7%	0.45	Sí	Sí	Sí	0	0
914 A	C. Notarial	1968	51.2	*	4.5	4	18.1%	0.47	Sí	Sí	Sí	2.5	1
915 A	C. Notarial	1980-1981	47.8	**	4.5	4	14.8%	0.42	Sí	Sí	Sí	2.5	1
916 A	C. Notarial	1980-1981	47.4	**	5	4	16.0%	0.41	Sí	Sí	Sí	0	0
917 A	C. Notarial	1980-1981	50	**	4.5	4	18.5%	s/d	Sí	Sí	Sí	2.5	1
918 A	C. Notarial	1980-1981	50.6	***	4.5	3.5	21.0%	0.38	Sí	Sí	Sí	2.5	1
919 A	C. Notarial	1980	48.5	**	4.5	3.5	23.5%	0.25	Sí	Sí	Sí	0	0
920 A	C. Notarial	1980	44.5	**	4.5	4	14.7%	0.45	Sí	Sí	Sí	0	0
921 A	C. Notarial	1980	50.3	***	3.5	3.5	27.1%	0.43	Sí	Sí	Sí	5	2
922 A	C. Notarial	1980	43.8	**	4.5	3.5	15.4%	0.38	Sí	Sí	Sí	0	0
925 A	C. Notarial	1980	45.3	**	5	4.5	17.6%	0.48	Sí	Sí	Sí	0	0
926 A	C. Notarial	1981	53.5	**	4	4	29.0%	0.39	Sí	Sí	Sí	0	0
947 A	C. Notarial	1981	51.5	***	4	3.5	32.1%	0.35	Sí	Sí	Sí	47.5	19
948 A	C. Notarial	1981	54.5	***	5	4.5	34.6%	0.38	Sí	Sí	Sí	15	6
949 A	C. Notarial	1981	47.5	**	4	3	27.2%	0.41	Sí	Sí	Sí	30	12
950 A	C. Notarial	1981	50	**	3.5	3	27.2%	0.38	Sí	Sí	No	15	6
953 A	C. Notarial	1981	50.5	**	4.5	3	22.9%	0.37	Sí	Sí	Sí	47.5	19
955 A	C. Notarial	1981	44.5	**	4.5	4	19.6%	0.41	Sí	Sí	Sí	0	0
956 A	C. Notarial	1981	43.2	**	4	3.5	19.7%	0.44	Sí	Sí	Sí	10	4
957 A	C. Notarial	1981	51.7	**	4	3	24.2%	0.42	Sí	Sí	Sí	25	10
958 A	C. Notarial	1981	53.5	**	4.5	5	20.4%	0.40	Sí	Sí	Sí	15	6

N° árbol	Empresa	Año	DAP	Signif	Forma	Suma Rama	Sup (%) todos	Densidad	PP Tbó	PP Rivera	PP Pdú	% Brotación	N° en HS
959 A	C. Notarial	1981	43.5	*	4.5	4	18.2%	0.40	Sí	Sí	No	7.5	3
960 A	C. Notarial	1981	46	***	4.5	5	24.8%	0.42	Sí	Sí	Sí	7.5	3
963 A	C. Notarial	1981	54	**	3.5	3.5	26.8%	0.41	Sí	Sí	Sí	12.5	5
964 A	C. Notarial	1981	48.3	**	4.5	3.5	21.4%	0.39	Sí	Sí	Sí	40	16
965 A	C. Notarial	1981	52	*	4.5	4.5	24.2%	0.41	Sí	Sí	Sí	0	0
966 A	C. Notarial	1981	47.6	***	3.5	5	25.9%	0.40	Sí	Sí	Sí	42.5	17
967 A	C. Notarial	1981	55	***	4	3	45.2%	0.40	Sí	Sí	Sí	35	14
968 A	C. Notarial	1981	43.9	***	3.5	4.5	20.7%	0.43	Sí	Sí	Sí	80	32
978 A	C. Notarial	1981	50	**	4	5.5	24.1%	0.38	Sí	Sí	Sí	0	0
979 A	C. Notarial	1981	49.4	**	3.5	3.5	20.1%	0.45	Sí	Sí	Sí	0	0
980 A	C. Notarial	1981	53.3	**	4	4	25.8%	0.40	Sí	Sí	Sí	22.5	9
982 A	C. Notarial	1981	49.3	***	4	3.5	28.5%	0.40	Sí	Sí	Sí	32.5	13
983 A	C. Notarial	1981	53	***	4.5	4	34.4%	0.40	Sí	Sí	Sí	42.5	17
984 A	C. Notarial	1981	47	**	4	3.5	22.0%	0.42	Sí	Sí	Sí	65	26
985 A	C. Notarial	1981	50.3	***	4	3	30.7%	0.40	Sí	Sí	Sí	25	10
986 A	C. Notarial	1981	45	**	3.5	4	24.9%	0.43	Sí	Sí	Sí	0	0
987 A	C. Notarial	1981	54.5	**	4.5	4	20.8%	0.38	Sí	No	No	2.5	1
988 A	C. Notarial	1981	52.5	*	4	3.5	17.2%	0.46	Sí	Sí	Sí	0	0
990 A	C. Notarial	1981	53.8	**	4.5	4	23.6%	0.43	Sí	Sí	Sí	0	0
928 A	Consular S.A.	1994	31.9	*	4	4	26.80%	0.36	Sí	Sí	Sí	82.5	33
406	Fymnsa	1988	46.1	***	4	4.5	40.6%	0.40	Sí	Sí	Sí	10	4
407	Fymnsa	1988	44.4	**	4.5	4.5	24.1%	0.38	Sí	Sí	Sí	42.5	17
408	Fymnsa	1988	43.7	**	4	4	26.2%	0.43	Sí	Sí	Sí	45	18
411	Fymnsa	1988	42.5	***	4.5	4	27.5%	0.37	Sí	Sí	Sí	32.5	13
412	Fymnsa	1988	41.1	**	4.5	4.5	24.8%	0.44	Sí	Sí	Sí	70	28
413	Fymnsa	1988	45	***	4	3.5	37.2%	0.38	Sí	Sí	Sí	57.5	23
415	Fymnsa	1988	42	***	4.5	4	27.3%	0.39	Sí	No	No	60	24
418	Fymnsa	1988	43.6	**	4.5	4.5	19.8%	0.42	Sí	Sí	Sí	35	14
419	Fymnsa	1988	50.3	**	4.5	4	23.1%	0.37	Sí	Sí	Sí	25	10
421	Fymnsa	1990	43.7	**	4.5	4	24.5%	0.43	Sí	Sí	Sí	52.5	21

N° árbol	Empresa	Año	DAP	Signif	Forma	Suma Rama	Sup (%) todos	Densidad	PP Tbó	PP Rivera	PP Pdú	% Brotación	N° en HS
422	Fymnsa	1990	41	**	4.5	5	19.1%	0.43	Sí	Sí	Sí	60	24
423	Fymnsa	1990	45.5	***	4	4	26.0%	0.40	Sí	Sí	Sí	62.5	25
426	Fymnsa	1990	42	***	4	4.5	25.5%	0.44	Sí	Sí	Sí	75	30
428	Fymnsa	1990	43	**	4.5	4.5	20.4%	0.40	Sí	Sí	Sí	60	24
429	Fymnsa	1990	40.9	**	4	4.5	22.3%	0.39	Sí	Sí	Sí	45	18
430	Fymnsa	1990	43.5	**	4	4.5	27.7%	0.44	Sí	Sí	Sí	47.5	19
432	Fymnsa	1990	46.2	***	4	5	30.5%	0.39	Sí	Sí	Sí	60	24
433	Fymnsa	1990	44.5	**	4	3.5	34.4%	0.34	Sí	No	No	55	22
434	Fymnsa	1990	48.2	***	4.5	5	38.5%	0.39	Sí	Sí	Sí	52.5	21
435	Fymnsa	1990	41.6	**	4	3.5	19.5%	0.37	Sí	Sí	No	57.5	23
436	Fymnsa	1990	44.6	**	4.5	4	28.6%	0.36	Sí	Sí	Sí	42.5	17
437	Fymnsa	1987	49.5	***	4	5	39.7%	0.42	Sí	Sí	Sí	75	30
438	Fymnsa	1987	44.4	***	4	3.5	26.5%	0.43	Sí	Sí	Sí	82.5	33
439	Fymnsa	1987	43.4	***	4	4	26.1%	0.38	Sí	Sí	Sí	65	26
440	Fymnsa	1987	47	*	4.5	5.5	27.2%	0.40	Sí	Sí	Sí	47.5	19
442	Fymnsa	1987	44.5	***	3.5	3.5	25.1%	0.46	Sí	Sí	Sí	47.5	19
443	Fymnsa	1987	46.8	***	4	4.5	30.1%	0.37	Sí	Sí	Sí	67.5	27
444	Fymnsa	1987	52.1	***	4.5	4.5	37.2%	0.39	Sí	Sí	Sí	62.5	25
445	Fymnsa	1987	41.6	***	4	3.5	19.7%	0.39	Sí	Sí	Sí	50	20
449	Fymnsa	1991	41.8	**	4	4	23.0%	0.34	Sí	Sí	Sí	32.5	13
450	Fymnsa	1991	41.2	**	4	4	26.0%	0.39	Sí	Sí	Sí	47.5	19
451	Fymnsa	1991	44.3	***	4.5	4	35.2%	0.40	Sí	Sí	No	62.5	25
454	Fymnsa	1991	48.1	***	4	4.5	47.2%	0.36	Sí	Sí	Sí	50	20
455	Fymnsa	1991	46.2	**	4.5	4	41.3%	0.41	Sí	Sí	Sí	55	22
456	Fymnsa	1991	42.5	**	4.5	3	23.3%	0.40	Sí	Sí	Sí	60	24
458	Fymnsa	1984	57.8	***	4	4	42.0%	0.41	Sí	Sí	Sí	57.5	23
460	Fymnsa	1984	53	***	4.5	3.5	27.7%	0.43	Sí	Sí	Sí	32.5	13
461	Fymnsa	1984	54.2	**	4.5	5	27.8%	0.42	Sí	Sí	Sí	60	24
462	Fymnsa	1984	53.5	**	4	3.5	38.2%	0.38	Sí	Sí	Sí	37.5	15
463	Fymnsa	1984	51.4	**	4	3.5	26.4%	0.47	Sí	Sí	Sí	55	22

N° árbol	Empresa	Año	DAP	Signif	Forma	Suma Rama	Sup (%) todos	Densidad	PP Tbó	PP Rivera	PP Pdú	% Brotación	N° en HS
464	Fymnsa	1987	61	***	4	4	48.9%	0.38	Sí	Sí	Sí	67.5	27
466	Fymnsa	1987	49.7	**	4	3.5	27.7%	0.40	Sí	Sí	Sí	65	26
467	Fymnsa	1986	45.8	**	4	5	21.2%	0.42	Sí	Sí	Sí	27.5	11
468	Fymnsa	1984	58.9	***	4	4	34.5%	0.48	Sí	Sí	Sí	67.5	27
469 A	Fymnsa	1980	53.9	N.S	4.5	4.5	9.1%	0.43	Sí	Sí	Sí	35	14
470 A	Fymnsa	1980	62.5	***	4	5	24.4%	0.42	Sí	Sí	Sí	30	12
992 A	Fymnsa	1988	46.3	***	4.5	4.5	34.1%	0.43	Sí	Sí	Sí	12.5	5
993 A	Fymnsa	1988	43.1	**	4	4.5	26.9%	0.43	Sí	Sí	Sí	27.5	11
994 A	Fymnsa	1988	43.3	***	4.5	4	28.3%	0.40	Sí	Sí	Sí	57.5	23
995 A	Fymnsa	1988	41.9	**	4.5	5	24.3%	0.42	Sí	Sí	Sí	47.5	19
996 A	Fymnsa	1988	46.2	*	4	4	30.0%	0.35	Sí	Sí	Sí	25	10
998 A	Fymnsa	1988	46	***	4.5	4.5	36.4%	0.43	Sí	Sí	Sí	15	6
999 A	Fymnsa	1988	46.5	**	4.5	4.5	26.2%	0.38	Sí	Sí	Sí	2.5	1
959	IMT	1992-1993	34	**	4	3	48.6%	0.40	Sí	Sí	No	25	10
961	IMT	1992-1993	30	**	3.5	5	34.0%	0.39	Sí	Sí	Sí	42.5	17
882	La Rosada	1976	45	**	4.5	2.5	48.0%	0.37	Sí	Sí	Sí	27.5	11
895	La Rosada	1976	31.5	**	5	5	44.3%	0.44	Sí	Sí	Sí	62.5	25
905	La Rosada	1976	42.3	***	4	4	54.7%	0.35	Sí	Sí	Sí	52.5	21
906	La Rosada	1976	41.2	**	4.5	3.5	45.2%	0.42	Sí	Sí	Sí	37.5	15
919	La Rosada	1976	44.5	**	4.5	4	50.6%	0.45	Sí	Sí	Sí	72.5	29
920	La Rosada	1976	43.2	**	5	4.5	29.8%	0.43	Sí	Sí	Sí	62.5	25
922	La Rosada	1976	45.5	**	5	5	36.1%	0.56	Sí	Sí	Sí	35	14
923	La Rosada	1976	42.2	**	4	4.5	40.1%	0.44	Sí	Sí	Sí	25	10
925	La Rosada	1976	47.8	***	4	4	52.8%	0.37	Sí	Sí	Sí	52.5	21
930	La Rosada	1976	37.5	***	4.5	4	38.6%	0.41	Sí	Sí	Sí	47.5	19
932	La Rosada	1976	35	**	4.5	4.5	37.1%	0.42	Sí	Sí	Sí	70	28
934	La Rosada	1976	38	**	4	0	43.7%	0.45	Sí	Sí	Sí	42.5	17
936	La Rosada	1976	38.5	**	4	4.5	35.6%	0.44	Sí	Sí	Sí	32.5	13
937	La Rosada	1976	38	**	4.5	4.5	43.8%	0.37	Sí	Sí	Sí	22.5	9
941	La Rosada	1976	42.5	**	4.5	5	47.5%	0.44	Sí	Sí	Sí	32.5	13

N° árbol	Empresa	Año	DAP	Signif	Forma	Suma Rama	Sup (%) todos	Densidad	PP Tbó	PP Rivera	PP Pdú	% Brotación	N° en HS
942	La Rosada	1976	44	**	4	4	42.5%	0.43	Sí	Sí	Sí	15	6
944	La Rosada	1976	42.5	**	4	3	42.8%	s/d	Sí	No	No	45	18
946	La Rosada	1976	38	**	3.5	4	52.2%	0.49	Sí	Sí	Sí	57.5	23
950	La Rosada	1976	42	**	4.5	4	28.9%	0.39	Sí	Sí	Sí	40	16
954	La Rosada	1976	42.7	**	4.5	3.5	40.1%	0.34	Sí	Sí	Sí	27.5	11
981	La Rosada	1976	37.5	**	4.5	4.5	36.8%	0.37	Sí	Sí	Sí	42.5	17
985	La Rosada	1976	40	**	4	4	46.9%	0.45	Sí	Sí	Sí	47.5	19
986	La Rosada	1976	35.1	**	4.5	4	31.8%	0.39	Sí	Sí	Sí	50	20
987	La Rosada	1976	38	**	4.5	4	39.7%	0.37	Sí	Sí	Sí	52.5	21
989	La Rosada	1976	34	**	4.5	3.5	47.5%	0.44	Sí	Sí	Sí	55	22
990	La Rosada	1976	36.5	**	4	4.5	35.8%	0.47	Sí	Sí	Sí	65	26
962	I.N.C.	1994	31	**	4	4	25.7%	0.32	Sí	Sí	Sí	42.5	17
963	I.N.C.	1994	31	**	4.5	4	25.7%	0.43	Sí	Sí	Sí	52.5	21
964	I.N.C.	1994	31	**	4.5	5	24.7%	0.36	Sí	Sí	Sí	67.5	27
966	I.N.C.	1994	31.5	**	4.5	3.5	22.8%	0.33	Sí	Sí	Sí	77.5	31
969	I.N.C.	1994	28	**	4	4.5	20.6%	0.32	Sí	Sí	Sí	35	14
971	I.N.C.	1994	30	***	4	3.5	28.5%	0.36	Sí	Sí	Sí	70	28
972	I.N.C.	1994	29.5	*	4	4.5	21.1%	0.39	Sí	Sí	Sí	62.5	25
973	I.N.C.	1994	30.5	**	4.5	4	29.1%	s/m	Sí	No	No	52.5	21
974	I.N.C.	1994	31.2	**	3.5	4.5	41.4%	0.34	Sí	No	No	47.5	19
975	I.N.C.	1994	30.1	**	4.5	4	31.9%	0.41	Sí	Sí	Sí	40	16
976	I.N.C.	1994	31.7	***	4	4	30.7%	0.35	Sí	Sí	Sí	52.5	21
927 A	M. Zinger	1986	48.5	***	4.5	4	20.4%	0.41	Sí	Sí	Sí	55	22
932 A	M. Zinger	1986	52.5	***	3.5	4.5	27.9%	0.36	Sí	Sí	Sí	27.5	11
934 A	M. Zinger	1986	51.7	**	4.5	4	21.6%	0.37	Sí	Sí	Sí	52.5	21
936 A	M. Zinger	1986	61	***	4.5	3	36.8%	0.37	Sí	Sí	Sí	27.5	11
941 A	M. Zinger	1986	46.9	**	4	3.5	22.4%	0.41	Sí	Sí	Sí	27.5	11
942 A	M. Zinger	1986	45.3	*	4.5	4	16.2%	0.37	Sí	Sí	Sí	32.5	13
944 A	M. Zinger	1986	47.8	**	4.5	4	23.7%	0.38	Sí	Sí	Sí	27.5	11
945 A	M. Zinger	1986	47.6	**	4	4	24.6%	0.42	Sí	Sí	Sí	45	18

N° árbol	Empresa	Año	DAP	Signif	Forma	Suma Rama	Sup (%) todos	Densidad	PP Tbó	PP Rivera	PP Pdú	% Brotación	N° en HS
970 A	M. Zinger	1986	45.2	***	4	3.5	25.6%	0.41	Sí	Sí	Sí	50	20
971 A	M. Zinger	1986	45	**	4	4	15.9%	0.37	Sí	Sí	Sí	37.5	15

Nota:

PP: Pruebas de Progenie

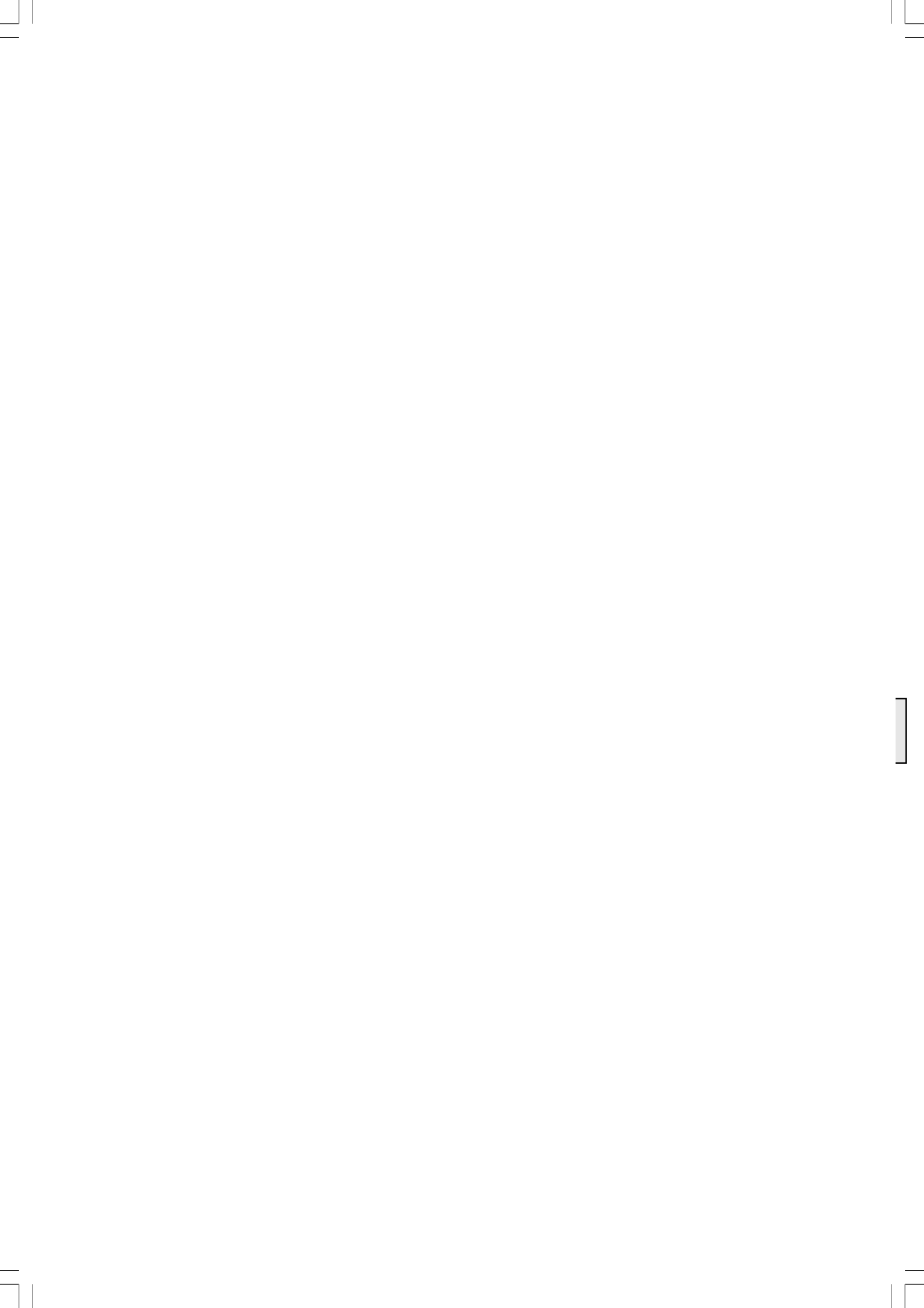
HS: Huerto Semillero Clonal

DAP: en cm

Densidad: g/cm³

% Brotación: Promedio de brotación de injertos por árbol

N° en HS: Número de plantas por árbol incluidas en el huerto semillero clonal



Edición amparada al decreto 218/96
Comisión del papel
Impreso en diciembre de 2004 en
PRONTOGRÁFICA S.A.
Cerro Largo 850 - Tel.: 902 31 72
E-mail: pgrafica@adinet.com.uy
Dep. Leg. 334.911/04