

URUGUAY

---

---

---

**AFTERCARE FORESTAL**

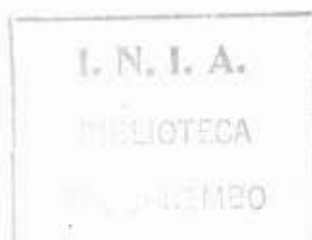
**INIA / JICA**

**2000 - 2002**

PROGRAMA NACIONAL FORESTAL

FEBRERO 2001

Serie Actividades  
de Difusión N°. 251



# **AFTERCARE FORESTAL**

**INIA/JICA**

**2000 - 2002**

**SEMINARIO**

**22 de Febrero de 2001**

## INDICE

-	INTRODUCCION.....	1
	Zohra Bennadji	
-	AFTERCARE FORESTAL INIA/JICA (2000 - 2002).....	2
	CONTENIDO Y AVANCES	
	Zohra Bennadji y Yoshitaka Uetsuki	
-	INCORPORACION DE CARACTERISTICAS DE LA MADERA COMO CRITERIO DE SELECCIÓN: RESULTADOS PRELIMINARES PARA <i>Eucalyptus Grandis</i> .....	6
	Zohra Bennadji y Marcia del Campo	
-	SELECCIÓN DE ARBOLES PLUS DE SEGUNDA GENERACION EN <i>Eucalyptus Grandis</i> .....	15
	Gustavo Balmelli, José Carlos de Mello y Tsuyoshi Maruyama	
-	PROPAGACION VEGETATIVA DE <i>Eucalyptus Grandis</i> .....	19
	Tsuyoshi Maruyama e Isabel Trujillo	
-	RECORRIDA DE CAMPO.....	22

---

## INTRODUCCION

El Aftercare Forestal INIA-JICA de Cooperación Técnica en Mejoramiento Genético de Especies Forestales estará cumpliendo un año de ejecución el próximo abril.

Como es sabido, este Proyecto de Cooperación Técnica Internacional corresponde a la etapa de seguimiento del Proyecto Quinquenal "Mejoramiento Genético de Especies Forestal" ejecutado de 1993 a 1998, con énfasis en el género *Eucalyptus*. Los objetivos del Proyecto eran "contribuir al establecimiento de un esquema de producción nacional de semilla mejorada con la finalidad de incrementar la productividad y calidad de la madera, mediante el mejoramiento genético de especies forestales, promoviendo la conservación del medio ambiente". Al finalizar su ejecución, se cumplió un ciclo completa de mejora de *Eucalyptus grandis*, disponiendo hoy en día de semilla mejorada y certificada de esta especie; a su vez, el INIA cuenta con dos huertos semilleros en vía de producción de *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii*.

El Aftercare Forestal permitirá la continuación de estas acciones y la profundización de técnicas de mejoramiento con la incorporación de características de la madera de interés, de resistencia a factores abióticos del ambiente y el uso de técnicas de avanzada en biotecnología.

En el Seminario de hoy, se presentarán los avances logrados en la fecha en el estudio de las características de la madera, la selección de árboles plus de segunda generación y la multiplicación vegetativa de genotipos selectos de *Eucalyptus grandis*. Se apreciarán en campo árboles candidatos de segunda generación seleccionados en la propia red de ensayos del Programa Nacional Forestal del INIA y se procederá a simulacros de selección y demostración del uso del Pilodyn y del medidor de tensiones de crecimiento.

Dra. Zohra Bennadji  
Jefe Programa Nacional Forestal  
Supervisor de Area

## AFTERCARE FORESTAL INIA-JICA (2000-2002)

### CONTENIDO Y AVANCES

Zohra Bennadji y Yoshitaka Uetsuki<sup>1</sup>

#### 1. Antecedentes

La cooperación técnica del INIA con JICA remonta a la década de los 70 y abarca varios rubros (hortícola, citrícola y últimamente forestal). Actualmente están también en estudio proyectos conjuntos en conservación de recursos fitogenéticos y en contaminación de productos agrícolas.

Las actividades en el rubro forestal se iniciaron con un proyecto bianual de "Multiplicación Vegetativa de Especies Forestales", ejecutado entre 1990 y 1992. En 1993, se comenzó un proyecto quinquenal relativo al "Mejoramiento Genético de Especies Forestales" con el objetivo de desarrollar bases tecnológicas para la obtención de semilla mejorada en especies del género *Eucalyptus* de mayor uso en el Uruguay. Recordamos textualmente dicho objetivo: "la contribución al establecimiento de un esquema nacional de producción de semillas mejoradas con la finalidad de incrementar la productividad y la calidad de la madera, mediante el mejoramiento genético de especies forestales, promoviendo la conservación del medio ambiente".

Históricamente, la calidad de la semilla no fue un tema priorizado en el sector forestal uruguayo. Se usaba semilla de rodales locales y/o se hacían importaciones de material de reproducción sin marcada preocupación por la adecuación de su fuente. Los lugares de compra eran tradicionalmente Argentina y en algunos pocos casos Sud Africa y Brasil. Después de 1990, hubo una toma de conciencia generalizada en todos los niveles de la cadena de la madera, de la importancia estratégica del uso de semilla de calidad. Ello se tradujo en los hechos, en mayores consultas técnicas sobre los mejores orígenes, en contratación de consultoras y hasta en el emprendimiento de programas de mejora genética de pequeña escala. Las empresas compran actualmente semilla de Chile, Brasil, España, Sud Africa y Australia por sus propios medios o a través de la División Forestal del Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca.

Al culminar el Proyecto quinquenal, se cumplió un ciclo de mejora de *Eucalyptus grandis*, una de las especies de mayor uso en el país, con la puesta en el mercado de la primer semilla de huerto semillero mejorado genéticamente y certificado por el INASE. Se instalaron a su vez las poblaciones de mejora para *Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus maidenii*.

La nueva etapa de cooperación técnica llamada "Aftercare" fue formulada en vista de asegurar un fortalecimiento de los mayores logros obtenidos en el primer plan quinquenal de cooperación. Su período de implementación se extiende desde abril de 2001 hasta abril de 2002.

---

<sup>1</sup> Líder Proyecto JICA

## 2. Objetivos y contenido

### 2.1. Objetivo general

Asegurar la productividad y la calidad de las plantaciones forestales en el Uruguay a través del uso generalizado de semilla mejorada, consolidando los resultados obtenidos en el primer plan quinquenal de cooperación.

### 2.2. Objetivos específicos

Asegurar el inicio del segundo ciclo de mejora de *Eucalytus grandis*, especie con un ciclo de mejora ya completo, desarrollando estudios de calidad de madera, de adaptación al frío y de análisis de ADN.

### 2.3. Acciones programáticas

#### Cuadro 1: Principales líneas de trabajo

LINEAS DE TRABAJO	
1.	Desarrollo de técnicas de selección de árboles "plus" de segunda generación.
2.	Incorporación de características de la madera como criterio de selección.
3.	Desarrollo de técnicas de propagación vegetativa de los árboles "plus".
4.	Estudios de resistencia a helada.
5.	Desarrollo de técnicas de análisis de ADN para la identificación de árboles "plus" y estudios de su parentesco.

Las acciones programáticas incluyen también la recepción de 5 expertos japoneses de corto plazo en las siguientes temáticas (macropropagación, micropropagación, análisis de ADN, procesamiento de datos). A su vez, se prevé la capacitación en Japón de 4 técnicos uruguayos.

### 2.4. Acciones operativas

Se prevé la recepción de equipos varios necesarios para la implementación del Proyecto. El monto global de la donación es del orden de 400.000 dólares americanos.

### 3. Síntesis de los principales avances

#### 3.1. Actividades programáticas

**Cuadro 2: Síntesis de los avances a la fecha**

ACTIVIDAD	ESTADO DE AVANCE
Selección de árboles plus de segunda generación	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recorrida de 15 ensayos de <i>Eucalyptus grandis</i> ubicados en Zonas 7, 8 y 9</li> <li>2. Establecimiento del listado de criterios de selección</li> <li>3. Priorización de criterios de características de la madera</li> <li>4. Preselección de 619 árboles candidatos</li> <li>5. Sanción de 520 árboles "plus".</li> </ol>
Incorporación de características de la madera como criterio de selección	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Ejercicio conjunto Empresas-INIA-LATU de priorización de las principales características de la madera para aserrado de <i>Eucalyptus grandis</i></li> <li>2. Formulación de un Proyecto de Trabajo INIA-LATU</li> <li>3. Estudio de la factibilidad del uso del NIRS</li> <li>4. Estudio de las tensiones de crecimiento</li> </ol>
Desarrollo de técnicas de propagación vegetativa	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Profundización de los estudios de micropropagación (Medios de iniciación, multiplicación y elongación)</li> <li>2. Profundización de los estudios de macropropagación (injertos, acodos).</li> </ol>

### 4. Perspectivas

Para el año 2001, las actividades programadas son las siguientes:

- Cosecha de material vegetativo del mayor número de árboles plus para la producción de estacas en número suficiente para la instalación de un banco clonal de *Eucalyptus grandis* en la Estación Experimental del Norte, apuntando a una amplia base genética.
- Ranqueo de los pies madre del banco clonal por capacidad de enraizamiento.
- Realización de muestreos de 100 árboles plus en Zona 7 para el estudio de la densidad de la madera, el contenido de humedad y la longitud de fibras.
- Estudio de tensiones de crecimiento.
- Calibración del NIRS en vista de estudios en serie de muestras de madera no destructivas.
- Inicio de análisis de ADN.
- Inicio de estudios de resistencia a helada.
- Cosecha de semilla de los árboles elite.
- Instalación de las poblaciones de mejora de tercera generación.

En resumen, se espera que al final del Aftercare, los criterios de selección por características de la madera sean los suficientemente avanzados para su incorporación en las líneas de mejora del Programa. A su vez, se espera contar con un banco clonal de *Eucalyptus grandis* con amplia base genética y a con la tecnología necesaria a la realización de análisis de rutina de ADN y de resistencia al frío.

## **5. Referencias**

Informe Final. Proyecto de Cooperación Técnica INIA-JICA en Mejoramiento Genético de Especies Forestales. 18 de febrero de 1998. Documento Interno INIA-Tacuarembó. 90 p; 36 Anexos.

Minuta del Programa del Aftercare Forestal para la Cooperación Técnica del Japón en Mejoramiento Genético de Especies Forestales. 6 de octubre de 1999. Documento Interno. INIA- Dirección Nacional. 7 p.



## INCORPORACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA COMO CRITERIO DE SELECCIÓN: RESULTADOS PRELIMINARES PARA *Eucalyptus grandis*

Zohra Bennadji y Marcia del Campo<sup>1</sup>

### 1. Introducción

En 1998, el Programa Nacional Forestal del INIA culminó un ciclo de mejora genética de *Eucalyptus grandis* con la puesta en el mercado nacional de la primera semilla de huerto semillero, comprobada genéticamente y certificada por el INASE.

Este primer ciclo implicó la puesta en marcha de un plan de selección recurrente en 1993 con la instalación de poblaciones de mejora en las Zonas de prioridad forestal 7, 8 y 9, compuestas de materiales genéticos locales e introducidos desde Australia; se utilizaron índices que ponderaban el crecimiento, la sanidad y la forma como criterios de selección.

En el año 2000, un segundo ciclo de mejora se puso en marcha en el propio universo de ensayos del Programa Nacional Forestal, programándose la selección de la segunda generación de árboles "plus" y la instalación de huertos semilleros con prioridad a los clonales. En esta generación, los índices de selección, además de incluir los criterios ya considerados en la primera, contemplan la incorporación de características de la madera, en este caso madera de calidad para aserrado.

Varios autores subrayan la importancia del trabajo conjunto de los actores de la cadena de la madera (empresarios, genetistas, productores, consumidores etc.) para la definición de las clases de madera a producir sobre la base de una diferenciación por usos específicos finales (Cotterill y Brolin, 1997; Flynn y Shield, 1999). Dicho trabajo conjunto es a su vez la vía más eficiente de retroalimentación de la investigación forestal. En el caso del mejoramiento genético, la correcta ponderación de los componentes de los índices de selección, debería pasar por consultas permanentes al sector productivo. En esta óptica, el Aftercare Forestal INIA-JICA, en conjunto con el LATU, realizó en julio del 2000 un Taller para la elección y priorización de características de la madera de *Eucalyptus grandis*, definitorias para aserrado. Las características priorizadas serán consideradas en el programa de selección de la segunda generación de esta especie.

En este trabajo, se presentan algunas consideraciones sobre la noción de calidad de madera y los resultados de este Taller conjunto INIA-LATU-Empresas Forestales especializadas en el aserrado de *Eucalyptus grandis*.

### 2. El concepto de calidad de la madera

La adecuación de la madera para usos finales dados, depende de sus características químicas y físico-mecánicas, evaluadas a través de varios factores como la densidad, la uniformidad de los anillos de crecimiento, la longitud de fibra, la rectitud del grano, la proporción de leño juvenil, la presencia de

<sup>1</sup> Ing. Agr. Unidad de Difusión INIA Tacuarembó

tensiones de crecimiento etc.; el efecto combinado de estos factores determina lo que se denomina comúnmente "calidad de la madera". La calidad se define entonces a través de la medición de un conjunto de características que influyen sobre las propiedades de productos de usos finales específicos (Haygreen y Bowyer, 1985). Una definición estricta de la calidad de la madera impone una diferenciación por producto en la medida en que las características implicadas en cada uso final son necesariamente diferentes. La calidad de la madera parece entonces un concepto difícil de definir con precisión al basarse en una clasificación a menudo arbitraria de las variaciones de conjuntos de componentes de esta materia prima.

Desde el punto de vista tecnológico, la calidad de la madera es asociada a la ausencia de anomalías. Por anomalías se entiende en general defectos y alteraciones de la madera. Estas anomalías se observan tanto en árboles en pie, al apeo, en el aserradero, como en la madera puesta en obras.

Los defectos son generalmente anomalías de estructura, particularidades de disposición de los elementos celulares o falta de su continuidad que compromete la cohesión de la madera. A su vez, las alteraciones consisten en problemas en la composición del leño que conducen a cambios más o menos profundos en sus propiedades. En el Cuadro 1, se resumen los principales defectos y alteraciones posibles de encontrarse en la madera.

**Cuadro 1: Síntesis de los defectos y alteraciones más corrientes de la madera**

DEFECTOS	ALTERACIONES
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Defectos de estructura: nudos, grano oblicuo, entrecruzado, crespo e irregular, corteza incluida, bolsas, curva de tronco, irregularidades de crecimiento.</li> <li>2. Heridas</li> <li>3. Grietas y rajaduras</li> <li>4. Defectos provocados por insectos</li> <li>5. Defectos de aserrado y cepillado</li> <li>6. Defectos de secado</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. De origen fisiológico</li> <li>2. De origen biológico</li> <li>3. Agentes físicos y químicos</li> </ol>

(Adaptado de Haygreen y Bowyer, 1985)

Las tensiones de crecimiento forman un aspecto aparte por su gran importancia en muchas especies forestales, más específicamente las de crecimiento rápido. Corresponden a tracciones y compresiones internas de la madera que tienen lugar en los árboles en pie, a consecuencia de irregularidades en el desarrollo y crecimiento de sus tejidos, bajo ciertas circunstancias ambientales (Okuyama, 1997).

El establecimiento de normas de clasificación de la madera permite su ordenamiento en grupos denominados clases o grados de calidad. Se fijan rango de valores admisibles con mínimos y óptimos por característica o conjunto de características definitorias de productos madereros específicos. Se abarcan aspectos vinculados con propiedades físicas y mecánicas, con métodos de apreciación no destructivos y/o destructivos.

En las normas de clasificación de la madera, las características generalmente consideradas son: longitud de fibra, grano inclinado, nudo, grieta y rajadura, arista faltante, alabeo, colapso, corteza inclinada, perforaciones, pudriciones, leños de reacción. Existen normas de diferentes alcances: nacional, regional e internacional.

A pesar de la complejidad del tema, ha sido demostrado que es posible la mejora genética por características de la madera. Caracteres como longitud de fibras, uniformidad de densidad, bajo contenido de lignina, proporciones de madera juvenil, tendencia a producir granos espiralado y desarrollo mínimo de ramas, fueron estudiados y presentaron suficiente heredabilidad como para justificar su integración en programas de mejora (Zobel y Jett, 1995). Fue también comprobado que la selección genética puede ser utilizada para reducir el espesor de la corteza, el número de células de almacenamiento y otros elementos indeseables en la corteza.

Sin embargo, la incorporación de las características de la madera en los programas de mejoramiento genético de *Eucalyptus* es relativamente reciente. La mayoría datan de la década de los 90 con predominancia del uso del Pilodyn como método de estudio no destructivo (Greaves et al, 1995). La densidad de la madera es actualmente la característica más estudiada en las especies forestales en general y el género *Eucalyptus* en particular por:

- su alta heredabilidad,
- su alta correlación con caracteres referentes a rendimiento pulpería,
- alta variación entre poblaciones y entre individuos de una misma población, lo que posibilita ganancias significativas en el corto plazo.

### **3. Resultado del Taller INIA-LATU- Empresas Forestales**

#### **3.1. Objetivos**

El objetivo del Taller consistió en propiciar una instancia de intercambio para determinar y priorizar las principales características de la madera de *Eucalyptus grandis* que definen su calidad para aserrado, en vista de su posterior uso en las líneas de mejoramiento genético del INIA.

#### **3.2. Metodología**

Se utilizaron herramientas pertenecientes a la metodología ZOOP (Objectives Oriented Project Planning) y PCM (Project Cycle Management Method). La metodología ZOOP fue introducida por GTZ (Agencia de Cooperación Internacional Alemana) en el año 1981 para la planificación y realización de la mayoría de sus Proyectos de cooperación técnica.

Un Taller ZOOP se suele realizar en un contexto definido, como son los diferentes pasos en el desarrollo de un proyecto de cooperación técnica bilateral.

Su esquema de trabajo es muy estandarizado y rígido y se está utilizando cada vez menos en su forma clásica. Se ha dado énfasis a métodos más simples y flexibles.

Es así que en este caso en particular, se diseñó un Taller ad hoc, es decir de acuerdo a las necesidades expresadas en los objetivos (punto 3.1).

### 3.3 Participantes

El tema de la calidad de la madera de *Eucalyptus grandis* para aserrado en el Uruguay es de interés por los siguientes núcleos:

- Empresas de transformación de la madera
- Empresas y productores plantadores de *Eucalyptus*
- Instituciones de investigación y docencia
- Instituciones de procesamiento de la madera (análisis de la madera)
- Laboratorios privados
- Organismos de normalización (UNIT, LATU).

Los participantes fueron entonces Empresas de transformación de madera de *Eucalyptus grandis* y un pequeño núcleo de empresas plantadoras de esta especie invitadas como observadores.

### 3.4 Resultados

Para mayor eficiencia del Taller, el INIA y el LATU confeccionaron una lista de preguntas que fue enviada con anticipación a los participantes (cf. Punto 3.2.4)

Es en base a ese documento que se desarrolló el taller.

#### Cuadro2 :Cuestionario preparatorio de la reunión

ESTADO DE PREGUNTAS
<p>1. Origen de la materia prima utilizada:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Plantaciones propias</li> <li>• Compra de la materia prima</li> <li>• En caso de compra, especificar bajo que forma (rollos, tablas etc.)</li> <li>• Volúmenes procesados</li> </ul>
<p>2. Productos de la Empresa</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Primera transformación</li> <li>• Segunda transformación</li> <li>• Tercera transformación.</li> </ul>
<p>3. Establecer un listado de los principales problemas enfrentados en el proceso de transformación de la materia prima de <i>Eucalyptus grandis</i>. Presentar por orden de importancia decreciente.</p>
<p>4. Mencionar por orden de importancia decreciente 3 cualidades definitorias de una madera de <i>Eucalyptus grandis</i> de buena calidad.</p>
<p>5. A partir del siguiente listado tentativo de características de la madera, clasificar por orden de importancia de creciente las de mayor incidencia en su trabajo diario.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Ancho de anillo</li> <li>• Porcentaje de leño tardío</li> <li>• Porcentaje de duramen</li> <li>• Densidad</li> <li>• Contenido de humedad</li> <li>• Angulo de grano inclinado</li> <li>• Contracciones (transversal, longitudinal y radial)</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Color del duramen</li> <li>• Veteado</li> <li>• Modulo de elasticidad</li> <li>• Otros</li> </ul>
6. En caso de compra de materia prima a terceros y en vista de una mejora de la calidad de la madera, ¿que acciones conjuntas con el sector productor de madera de <i>Eucalyptus grandis</i> le parecen factibles?
7. En búsqueda de una potencial mejora de la madera de <i>Eucalyptus grandis</i> que Ud. utiliza, ¿cómo visualiza su relación con el LATU?
8. En búsqueda de una potencial mejora de la madera de <i>Eucalyptus grandis</i> que Ud. utiliza, ¿cómo visualiza su relación con el INIA?
9. ¿ Estaría Ud. dispuesto a colaborar en un programa de mejoramiento de la calidad de la madera de <i>Eucalyptus grandis</i> ? ¿En que forma?
10. Comentarios complementarios.

Se presentan a continuación los resultados, procesando las respuestas recabadas por cada pregunta.

**Pregunta 1**

**Origen de la materia prima utilizada**

Plantaciones propias

Compra, Facon y Consignación  
Rolos

Problemas: FALTA VOLUMEN  
DIAMETROS FINOS Y VARIABLES

**Productos de la Empresa**

Tablas verdes, tablas secas, tablas cepilladas (1ª, 2ª, 3ª.)

Primera transformación

### Pregunta 3

#### Principales problemas

Se propone realizar una clasificación de los problemas por etapas en la transformación, estableciendo las posibles soluciones a través de Manejo y/o Mejoramiento Genético.

#### Etapa 1 - Aserrío verde

PROBLEMA	MANEJO	MEJ.GENETICO
Existencia de Tensiones de crecimiento—rajado	Control del momento de corte: adulta, joven. Selección del diámetro. Manejo del aserrío (analizar viabilidad económica).	SI- Selección o estrategia de Mejoramiento Genético.
Presencia de Nudos	Control del momento de poda	SI- Selección por baja cantidad de ramas, diámetro de ramas y ángulo de inserción de las mismas.
Espiralidad	NO? Estudio de la relación Sitio-Especie (Adaptación y densidad de plantación).	SI- Medición del ángulo de la fibra en pie. Medición más precisa en laboratorio.
Variaciones en la densidad	Opiniones contradictorias. Se propone la búsqueda de información.	SI- Depende del destino final de la madera. Homoginización a través de selección por rápido crecimiento.

**Etapa 2 - Secado**

PROBLEMA	MANEJO	MEJ.GENETICO
Espiralidad	NO	IDEM 1
Variaciones en la Densidad	Se requiere información	IDEM 1
Presencia de Nudos	IDEM 1	IDEM 1
Presencia de Rajaduras	Control en el Programa de Secado (tiempo, temperatura, humedad, etc.)	IDEM 1
Existencia de Contracciones	Control en el Programa de Secado. Existe correlación con la densidad. Mayor densidad, más contracciones (Ver relación de contracción radial vs. tangencial).	SI- Incluir en Programas de Mejoramiento Genético <u>en pie</u> y destructivos.
Deformaciones y alabeos al secar (diferentes tensiones de crecimiento)	Manejo en el proceso de secado (pesas)	NO
Tensiones de Crecimiento al Secado	Control en el Programa de Secado	SI- IDEM 1

**Etapas 3 - Post secado**

PROBLEMA	MANEJO	MEJ.GENETICO
Espiralidad	NO	IDEM 1
Variaciones en la Densidad	A solucionar en etapas anteriores, 1y 2. Alternativa: Existen medidores de humedad.	IDEM 1
Presencia de nudos	IDEM 1	IDEM 1
Existencia de Rajado		
Variaciones de Color	Se puede lograr cambios deseados a través de vaporización en etapa de secado. Resultado en postsecado.	SI?- Estudio de variabilidad . Estudio sitio-especie. Investigar la relación color-densidad.

**Pregunta 4**

**PRIORIZACION**

**Cualidades definitorias de una madera de *Eucalyptus grandis* de buena calidad.**

Libre de defectos (nudos, grietas, rajaduras, deformaciones).  
Uniformidad de la densidad.  
Libre de Tensiones.

Libre de nudos: tema base.

**Pregunta 5:** Ver respuestas en la pregunta 4.

**Pregunta 6:** No se trató

**Pregunta 7**

**Relación con el LATU**

El LATU debería ser responsable y realizar los ensayos mecánicos (teniendo en cuenta los precios).

El LATU debería realizar ensayos y certificaciones en tiempo y costos razonables.



**Pregunta 8****Relación con INIA**

Existe una íntima relación de interconsulta compartiendo informaciones y experiencias.

El INIA debería brindar Servicio de Micropropagación.

Debe existir investigación conjunta en manejo y sanidad.

**Pregunta 9****Aportes para un Programa de Mejoramiento de la calidad de la madera**

UCUDAL pone a disposición su aserradero.

Continuar con la interrelación existente adecuándose a los avances o demandas que van surgiendo.

**4. Bibliografía**

Cotterill, P.P.; Brolin, A. 1997. Improving *Eucalyptus* Wood, Pulp and Paper Quality By Genetic Selection. In "Iufro Conference on Silviculture And Improvement of Eucalypts". Vol. 1; pp. 1-13. Salvador, Brazil. 24-29 August.

Flynn, B.; Shield, E. 1999. *Eucalyptus*: Progress in Higher Value Utilization. A global Review. 212 pp. Anexos: 18 p. Robert Flynn & Associates. Economic Forestry Associates.

Greaves, B.L.; Borralho, N.M.G.; Raymond, C.A. 1995. Use of a Pilodyn for Indirect Selection of Basic Density in *Eucalyptus nitens*. In "Eucalypt Plantations: Improving Fibre Yield and Quality" IUFRO Proceedings Papers. CRCTHF-IUFRO Conference. Hobart, Australia. 19-24 February 1995. Pp 106-109.

Haygreen, J.L.; Bowyer, J.L.; 1985. Forest Products and Wood Sciences: an Introduction. The IOWA State University Press/AMES. 495 p.

Okuyama, T. 1997. Assessment of Groth Stresses and Peripheral Strains in Standing Trees. In "Iufro Conference on Silviculture And Improvement of Eucalypts". Vol. 3; pp. 1-14. Salvador, Brazil. 24-29 August.

Zobel, B.J.; Jett J.B.; 1995. Genetics of Wood Production. Ed. Springer-Verlag. 337 p.

ZOOP: Manual de procedimiento. 30 p.

**SELECCIÓN DE ÁRBOLES PLUS DE SEGUNDA  
GENERACIÓN EN *Eucalyptus grandis***Gustavo Balmelli<sup>1</sup>, José Carlos de Mello<sup>2</sup> y Tsuyoshi Maruyama<sup>3</sup>**Plan**

- A) Objetivos de Selección
- B) Población de Selección
- C) Criterios de Selección
- D) Metodología
- E) Resultados preliminares
- F) Actividades para el 2001
- G) Integración de los árboles selectos al Plan de Mejoramiento Genético

**A) Objetivos de selección**

Mejorar la velocidad de crecimiento y la calidad de madera en *E. grandis* para aserrado.

**B) Población de selección**

15 ensayos de procedencias y progenies

- 3 Zonas de Prioridad (7; 8 y 9)
- 6 a 9 años de edad
- 38.000 árboles originales: + de 30.000 árboles vivos

**C) Criterios de selección**

- 1) DAP y sanidad
- 2) Rectitud del fuste
- 3) Características de las ramas y la copa (diámetro de ramas, tamaño de copa y desrame natural).  
Criterios secundarios.
- 4) Densidad; humedad y largo de fibra
- 5) Tensiones de crecimiento
- 6) Facilidad de enraizamiento (criterio adicional, para una parte del Plan de MG)

<sup>1</sup> Ing. Agr. (M.Sc.) Programa Forestal INIA Tacuarembó

<sup>2</sup> Ing. Agr. Programa Forestal INIA Tacuarembó

<sup>3</sup> Ing. Agr. (Ph.D) Experto Provector JICA

**D) Metodología**

- 1) Selección por características externas del árbol
  - a) Pre-selección por: DAP (y sanidad); rectitud y características de ramas y copa
  - b) Selección por: superioridad de AB (respecto al micrositio) y rectitud (escala más amplia)
- 2) Selección por características de la madera
  - a) Densidad: Pilodyn (a campo); análisis convencional (LATU) y NIRS (INIA-LE)
  - b) Humedad y largo de fibra: análisis convencional (LATU) y NIRS (INIA-LE)
  - c) Tensiones de crecimiento: en árboles en pie (medidor desarrollado por el CIRAD)
- 3) Selección por facilidad de enraizamiento
  - a) Micropropagación
  - b) Macropropagación: estacas e injertos

**E) Resultados preliminares**

- 1) Selección por características externas: 520 árboles, pertenecientes a 197 familias
- 2) Intensidad de selección:
  - Supervivencia (selección natural) = 80 %
  - DAP (4000 árboles) = 13 %
  - Rectitud (520 árboles) = 13 %

**F) Actividades para el 2001**

- 1) Selección por características de madera (rango de Pilodyn: 15.5 a 35.5 mm)
    - a) Tensiones de crecimiento (INIA-TB)
    - b) Densidad; humedad y largo de fibra

Primera etapa (otoño): 100 muestras (cubriendo todo el rango de Pilodyn) en LATU y en LE (calibración del NIRS)

Segunda etapa (invierno): 420 muestras restantes a LE para NIRS
  - 2) Selección por facilidad de enraizamiento
- Primera etapa (otoño): 100 árboles (los primeros 100 muestreados para evaluar características de la madera)
- Segunda etapa (primavera): 100 árboles seleccionados por calidad de madera

**G) Integración de los árboles finalmente seleccionados al Plan de Mejoramiento Genético de *E. grandis***

1) Árboles seleccionados por velocidad de crecimiento, rectitud y calidad de madera

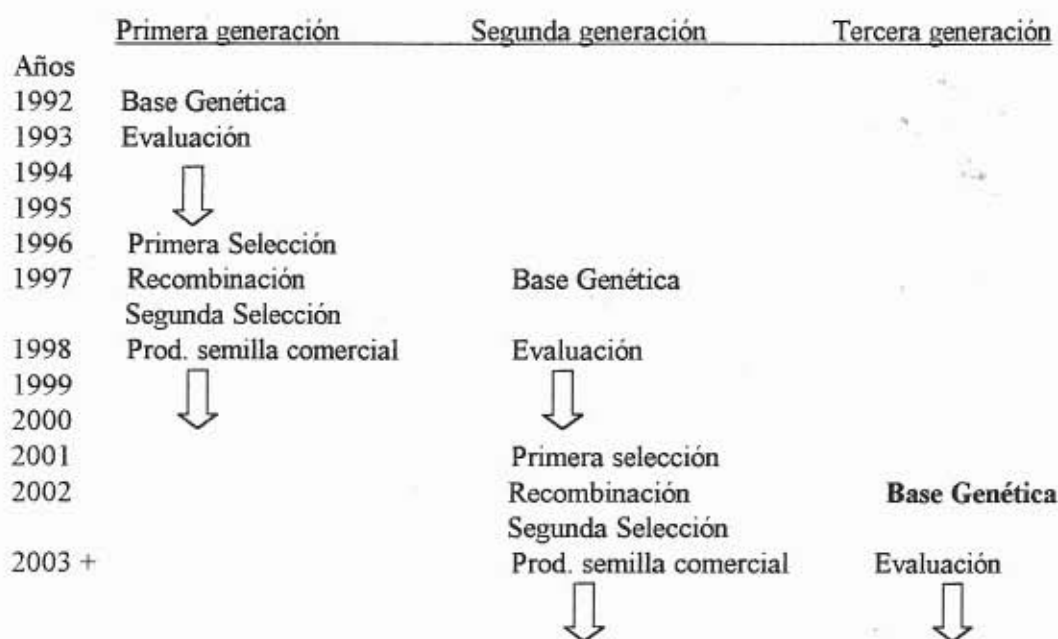
De los 520 árboles seleccionados por DAP y rectitud, se mantendrán aquellos 100 con mejores características de madera para aserrado. Estos árboles serán clonados para establecer un Huerto Semillero Clonal. A su vez, estos 100 árboles formarán parte de la Base Genética de la tercer generación de mejoramiento (ver resumen del PMG).

2) Clones seleccionados por facilidad de enraizamiento

De los 100 árboles con mayor DAP; mejor rectitud y calidad de madera para aserrado, se seleccionarán los 20 que presenten mayor facilidad de enraizamiento para ser utilizados como clones, los cuales podrán:

- Liberarse inmediatamente (sin testar)
- Multiplicarse para establecer Tests de comportamiento Clonal

Resumen del Plan de Mejoramiento Genético de *E. grandis*



## PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Eucalyptus grandis*

Tsuyoshi Maruyama e Isabel Trujillo<sup>1</sup>

- A. Objetivos
- B. Técnicas de propagación
  - 1. Micropropagación
  - 2. Macropropagación
    - a. Estacas
    - b. Injertos
    - c. Acodos
- C. Resultados preliminares
- D. Actividades para el 2001

### A. Objetivos

Multiplicación de individuos selectos con fines productivos y de mejoramiento genético.

Con los clones obtenidos se instalarán huertos semilleros clonales y estaqueros que permitirán avanzar en el mejoramiento genético y liberar al mercado clones superiores.

### B. Técnicas de propagación

#### **1. Micropropagación (*in vitro*)**

Esta técnica se utiliza en clonación de árboles que no se desean cortar o en la multiplicación de individuos que presentan dificultades con la técnica de macropropagación. Generalmente el material a introducir proviene de brotes epicórmicos de ramas adultas. El material se desinfecta y se introduce en medios de cultivo para su multiplicación. Posteriormente los brotes multiplicados se enraizan individualmente para obtener una planta completa, la cual luego de un proceso de aclimatación esta lista para su plantación en terreno definitivo (Tabla 1).

#### **2. Macropropagación**

Incluye principalmente 3 métodos:

##### **a. Estacas**

Se trabaja con esquejes provenientes de ramas adultas o de rebrotes de cepas. El material se corta de un largo de 10-15 cm y un diámetro de 5-10 mm, dejando en el extremo superior un par de hojas cortadas (1/2 a 2/3). El extremo inferior se corta en bisel y se impregna con hormonas enraizantes (generalmente

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. Programa Forestal INIA Tacuarembó

ácido indolbutírico) previo a su introducción en tubetes de plástico conteniendo vermiculita y tierra neutra. El enraizamiento se realiza en invernáculo con riego por aspersión automatizado.

#### **b. Injertos**

Para el pie del injerto (patrón) se utilizan generalmente plantas de 1-2 años previamente preparadas en el vivero. El material a injertar proviene de ramas adultas de individuos seleccionados las cuales se cortan en segmentos de 5-10 cm de largo conteniendo 2-3 yemas. Este material se inserta en el corte hecho previamente en el pie poniendo especial cuidado en hacer coincidir la zona de cambium de uno de los lados con su respectiva contraparte. Luego del acople se procede a fijar firmemente el injerto con cinta plástica. Terminada esta operación se unta la zona de injerto con cera y se cubre con una bolsa de polietileno transparente para mantener la humedad apropiada. Cuando las yemas elongan 3-4 cm se suelta una parte de la bolsa para permitir el intercambio paulatino de aire (aclimatación). Pasada una semana la bolsa se retira completamente.

#### **c. Acodos**

Este método permite obtener plantas mediante enraizamiento de ramas de árboles en pie. La rama del árbol parental se pela y se cubre con musgo o fibra de coco saturada en agua envolviéndola con polietileno para mantener la humedad. Generalmente se pueden usar ramas de 8 a 35 mm de diámetro, pelando una banda equivalente a más o menos la tercera parte del diámetro. Cuando el material parental es de grandes dimensiones se recomienda trabajar con sus rebrotes.

### C. Resultados preliminares

Ver Tabla 2

### D. Actividades para el 2001

1. Clonación de 200 árboles plus
2. Prueba de enraizamiento de árboles plus

**Tabla 1. Actividades y metodología para la micropropagación de *Eucalyptus grandis***

Actividad	Metodología
Cosecha de ramas de árbol plus	Se colectan ramas de 3-7 cm de diámetro y 40-50 cm de longitud, se marcan y se colocan en agua dentro de una conservadora para su transporte
Acondicionamiento de ramas para brotación	Se lavan las ramas con solución detergente y se sellan los extremos con parafina. Se colocan en invernáculo con riego por aspersión controlado
Cosecha de brotes	Se cosechan brotes de más de 2 cm y se colocan en agua
Desinfección de brotes	Se desinfectan los brotes con solución de hipoclorito de sodio (0.25-0.5% de cloro activo) y se enjuagan (3-5 veces) con agua destilada esteril bajo condiciones asepticas
Introducción	Los brotes desinfectados se cortan para separar los extremos dañados durante la desinfección y se introducen en el medio de introducción (1/2 MS suplementado con 0.2 mg/l BAP y 0.01 mg/l ANA)
Brotación	Los brotes introducidos libres de contaminación se transfieren al mismo medio de introducción para su brotación
Multiplicación	Los nuevos brotes se transfieren a medio de multiplicación (1/2 MS suplementado con 0.2 mg/l BAP libre de auxinas)
Elongación	Los brotes multiplicados son repicados en medio con 0.02 mg/l BAP y en algunos casos conteniendo 0.2% de carbono activado
Enraizamiento	Los brotes elongados se aíslan y se transplantan a medio de enraizamiento conteniendo sucrosa reducida al 0.5-1% y suplementado con 0.1-0.5 mg/l AIB
Aclimatación	Los brotes enraizados que presentan un adecuado desarrollo radicular se transfieren a tubetes de plástico con vermiculita y se ponen en contacto con el aire (en forma paulatina) para su aclimatación con las condiciones climáticas normales

**Tabla 2. Rango de éxito obtenidos en la propagación vegetativa de *Eucalyptus grandis***

<b>TECNICAS DE PROPAGACION</b>	<b>METODO EMPLEADO</b>	<b>MATERIAL EMPLEADO</b>	<b>RANGO DE EXITO (%)</b>
<b>MICROPROPAGACION</b>	<i>IN VITRO</i>	<b>ADULTO</b>	<b>0 - ?</b>
		<b>JUVENIL</b>	<b>0 - 80</b>
<b>MACROPROPAGACION</b>	<b>ESTACAS</b>	<b>ADULTO</b>	<b>0 - 5</b>
		<b>JUVENIL</b>	<b>0 - 80</b>
	<b>INJERTO</b>	<b>ADULTO/JUVENIL</b>	<b>0 - 20</b>
	<b>ACODOS</b>	<b>ADULTO</b>	<b>0 - 40</b>



RECORRIDA

DE

CAMPO

## CARACTERISTICAS DEL PILODYN

- **Principio:**

Aparato manual previsto de una aguja de precisión que impacta con una energía constante prefijada (6 Jules en general) en una muestra de madera dada. La profundidad de penetración de la aguja (expresada en mm) es leída directamente a partir de una escala ubicada en la parte superior del aparato. Fue desarrollado inicialmente para evaluar el grado de pudrición de las columnas eléctricas y los durmientes.

- **Usos**

Medición indirecta de la densidad de la madera en árboles en pie, al verificarse una alta correlación entre las mediciones por Pilodyn y los resultados de medición de la densidad de la madera por métodos directos.

- **Ventajas**

- No destructivo
- Rápida toma de datos
- No daña el individuo posteriormente
- Alta heredabilidad.

- **Desventajas**

- No refleja los patrones de variación de la densidad.
- Poco confiable por medición de densidad de la madera de árboles individuales para obtención de valores absolutos.

# CARACTERISTICAS DEL MEDIDOR DE

## TENSIONES DE CRECIMIENTO

(Extensómetro de precisión, CIRAD-Forest Francia)

- **Principio**

Aparato semiautomático compuesto de un taladro y de un indicador digital que registra el desplazamiento vertical de 2 clavos debido a la liberación de energía en zonas de tensiones de crecimiento, al practicarse un agujero de 2 cm de diámetro en la madera.

- **Usos**

Medición indirecta de las tensiones de crecimiento de árboles en pie.

- **Ventajas**

- No destructivo
- Rápida toma de datos
- Alta heredabilidad de los criterios de selección correspondientes.

- **Desventajas**

- Puede dañar posteriormente al árbol si no se tapa la abertura.
- Muy dependiente de las condiciones del viento en el momento de la medición.



**Ensayo de Progenies Locales de E. grandis**

**Progenie de árboles seleccionados en Tacuarembó.**

**Año de instalación: 1991**

**Tamaño y forma de parcelas: 30 árboles en 3 filas de 10**

**Espaciamiento: 3 x 3 m(11111 árb/há).**

**DAP promedio: 18.5 cm**

**DAP promedio de los árboles seleccionados: 23.6 cm**

**Sobrevivencia: 77%**

**Plano del ensayo**

Numeración de los árboles en la parcela



CAMINO VECINAL

Bloque 1	22	5	13	3	12	1	16	8	11	26	25	9	21	18	7	10	19	24	2	15	6	20	4	14	17	23
Bloque 2	5	21	26	24	10	3	8	18	9	13	1	16	12	11	4	22	25	20	17	6	7	15	14	23	2	19
Bloque 3	25	26	12	18	21	24	3	11	2	13	19	6	22	14	20	9	17	4	23	1	5	13	15	10	16	7

**Ensayo de Progenies de Huerto semillero australiano de Eucalyptus grandis.**

**Año de instalación:** 1993

**Tamaño y forma de parcelas:** 20 árboles en 2 filas de 10

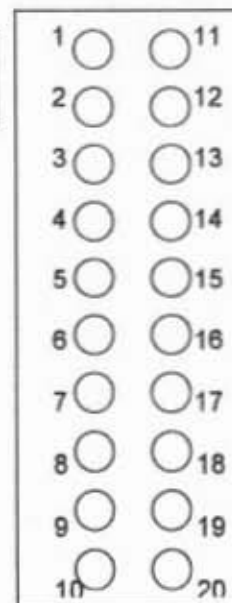
**Espaciamiento:** 3 x 2.5 m(1333 árb/há).

**DAP promedio:** 17.9 cm

**DAP promedio de los árboles seleccionados:** 23.9 cm

**Sobrevivencia:** 85%

Numeración de los árboles en la parcela



**Plano del ensayo**

Bloque 1	15	21	09	602	14	01	05	06	11	10	04	12	07	08	23	902	18	16	301	19	20	17	02	03	13
Bloque 2	03	02	01	08	10	16	07	23	04	20	13	19	902	12	15	21	602	09	05	14	11	06	301	18	17
Bloque 3	23	20	03	15	13	19	17	16	10	301	01	06	602	02	14	18	07	11	902	08	09	21	05	04	12

## Ensayo de Progenies de Eucalyptus grandis.

**Año de instalación:** 1993

**Tamaño de parcelas:** 5 árboles por parcela.

**Espaciamiento:** 2.5 x 2.3 m (1739 árb/há)

**DAP promedio 7<sup>mo</sup> año:** 16.5 cm

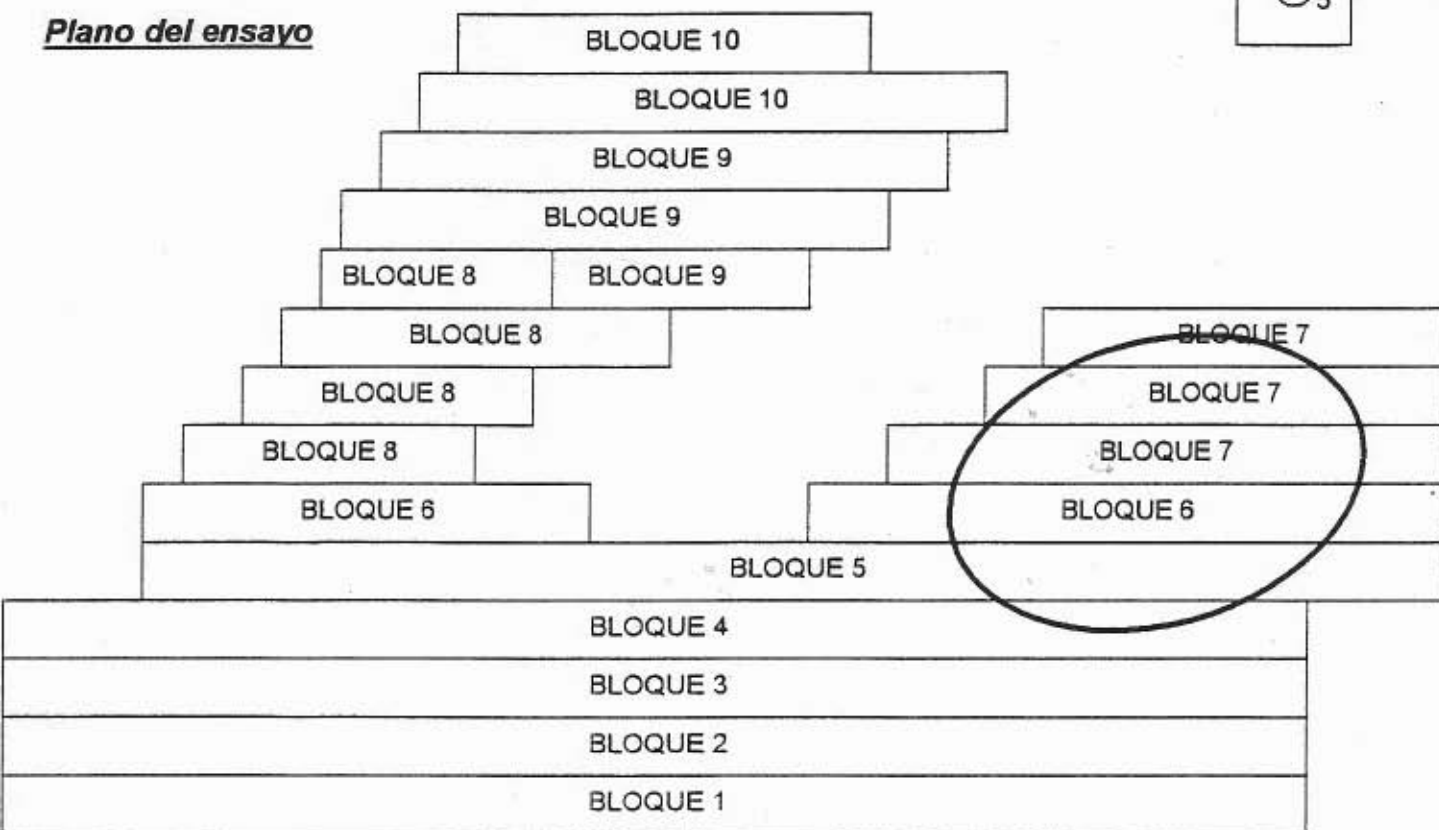
**DAP promedio de los árboles seleccionados:** 22.6 cm

**Sobrevivencia:** 80%

### Plano del ensayo

Numeración de los  
árboles en la parcela

- 1
- 2
- 3
- 4
- 5



## Planilla de preselección

**Rectitud:** 4= Buena  
2= Regular

**Características de ramas y copa:** 1 : carácter destacado  
0 : no destacado

**Caracteres destacados:** ramas más finas de lo normal  
buen desrame  
copa pequeña en relación al árbol

### Ensayo N°:5

Identificación árbol candidato				DAP(cm)	Forma	Características de ramas y copa			Observaciones
Arbol	Bloque	Familia	Individuo		Rectitud	Diámetro ramas	Desrame	Copa	
9	1	6	2	23.4	2	0	0	0	
10	1	15	15	20.8	4	0	0	0	
12	1	15	18	23.9	2	0	0	0	
15	1	2	30	19.7	2	1	0	0	
16	1	2	18	22.2	2	0	1	0	
40	2	6	13	20	2	1	0	0	
42	2	6	14	21.7	2	0	0	0	
43	2	6	26	26.2	2	0	0	0	
44	2	17	6	20.9	4	0	0	1	
46	2	17	10	28	2	0	0	0	

## Planilla de preselección

**Rectitud:** 4= Buena  
2= Regular

**Características de ramas y copa:** 1 : carácter destacado  
0 : no destacado

**Caracteres destacados:** ramas más finas de lo normal  
buen desrame  
copa pequeña en relación al árbol

### Ensayo N°:24

Identificación árbol candidato				DAP(cm)	Forma	Características de ramas y copa			Observaciones
Arbol	Bloque	Familia	Individuo		Rectitud	Diámetro ramas	Desrame	Copa	
30	2	1	14	22.3	2	1	0	0	
33	2	8	13	22.7	2	1	0	1	
32	2	8	18	25.7	2	0	0	0	
34	2	10	20	28.1	2	0	0	0	
58	3	20	12	23.6	2	0	0	0	
60	3	3	13	23.2	2	0	0	0	
64	3	19	13	22.6	2	0	0	0	
63	3	19	14	22.3	2	0	0	0	
65	3	10	12	24.1	2	0	1	0	
66	3	10	14	23.7	4	0	0	0	



## Planilla de preselección

**Rectitud:** 4= Buena  
2= Regular

**Características de ramas y copa:** 1 : carácter destacado  
0 : no destacado

**Caracteres destacados:** ramas más finas de lo normal  
buen desrame  
copa pequeña en relación al árbol

### Ensayo N°:27

Identificación árbol candidato					Forma	Características de ramas y copa			Observaciones
Arbol	Bloque	Familia	Individuo	DAP(cm)	Rectitud	Diám. ramas	Desrame	Copa	
117	7	JL3	3	20.7	2	0	0	0	
115	7	EO15	4	22.9	4	0	0	0	
114	7	CB10	1	20	2	0	0	0	
109	7	EO16	2	22.8	4	0	0	0	
108	6	EO9	3	19	2	0	0	0	
107	6	JL26	3	18.5	2	0	1	0	
105	6	EE1M	1	21	2	0	0	0	
177	6	EO6	2	20.4	2	0	0	0	
106	6	CB21	1	23.1	2	0	0	0	
95	5	EE4M	3	19.6	2	1	0	0	

## Planilla de Selección

**Ensayo N°: 5**

*Escala de Forma: 1 a 5*

*mayor rectitud mayor valor*

Identificación árbol candidato				DAP de los árboles alrededor									Pilodyn			Obser.	
Arbol	Bloque	Familia	Indiv.	DAP	DAP1	DAP2	DAP3	DAP4	DAP5	DAP6	DAP7	DAP8	Forma	P1	P2		% Super.
9	1	6	2	23.9	26.1	22.4	19.5	16.3					2.5	23	21	119.0	
10	1	15	15	21.3	22.5	21.3	20.1	20	12.5				3.5	18	19	102.3	
12	1	15	18	25	24.8	22.2	21.2	20.1	20	15	11.8		2	27	27	120.8	
15	1	2	30	30.2	22.7	22.3	21	20.7	18.5	18.3	12.2		2	22	22	163.2	
16	1	2	18	23.5	21.6	20.9	16.1	15	12.7	12.1			3	25	26	142.3	
40	2	6	13	20.5	26.3	21.6	19.3						2.5	25	25	86.2	
42	2	6	14	22	26.3	20.4	16						2.5	24	23	104.8	
43	2	6	26	27.8	26.3	25.1	25	21.6					2.5	25	25	121.3	
44	2	17	6	22.2	20	18.5	11.5						4.5	25	25	144.2	
46	2	17	10	28.4	23.2	19.9	19.2						2.5	19	20	152.9	

# Planilla de Selección

**Ensayo N°: 24**

*Escala de Forma: 1 a 5  
mayor rectitud mayor valor*

Identificación árbol candidato				DAP de los árboles alrededor									Pilodyn			Obser.	
Arbol	Bloque	Familia	Indiv.	DAP	DAP1	DAP2	DAP3	DAP4	DAP5	DAP6	DAP7	DAP8	Forma	P1	P2		% Super.
30	2	1	14	<b>22.3</b>	21.7	21	18.6	18.5	17.5	15.9	10.5	10.3	3	26	27	125.9	
33	2	8	13	<b>23.4</b>	23.8	21.3	21.2	20.9	20.6	17.3	10.4		3	28	29	111.6	
32	2	8	18	<b>26.6</b>	25.4	21.6	21.3	18.6	14.4	14.1	12.4	10.5	2.5	28	27	135.1	
34	2	10	20	<b>29</b>	21.4	21.4	16.6	11	10.9				2.5	26	25	195.3	Borde de bloque
58	3	20	12	<b>24.3</b>	28.5	24.7	15.2	12.2	11				3	25	26	123.4	
60	3	3	13	<b>24</b>	28.5	24.6	21.7	18.7	11.3				2.5	31	31	102.3	
64	3	19	13	<b>23.5</b>	23.3	22	22	18.4	17.9	16.7			2.5	25	26	115.0	
63	3	19	14	<b>23.2</b>	23.1	22.2	22.1	20.4	17.9	16.6	13.6		2.5	25	25	109.0	
65	3	10	12	<b>25.3</b>	25.5	23.4	20.3	11.5					2.5	25	26	134.3	
66	3	10	14	<b>24.5</b>	26	24	13.1	11.5					4	26	27	139.2	

## Planilla de Selección

**Ensayo N°: 27**

*Escala de Forma: 1 a 5  
mayor rectitud mayor valor*

Identificación árbol candidato				DAP de los árboles alrededor									Pilodyn			Obser.	
Arbol	Bloque	Familia	Indiv.	DAP	DAP1	DAP2	DAP3	DAP4	DAP5	DAP6	DAP7	DAP8	Forma	P1	P2		% Super.
115	7	EO15	4	23.8	18.5	17.2	16.3	14.8					2.5	23	21	167.7	
114	7	CB10	1	21	22.5	21.2	19.5	19	18.7	17.8	13.1	12.4	3.5	27	24	103.1	
109	7	EO16	2	24.1	19.7	18.8	17.6	13.5	10.1				4	31	29	160.1	
117	7	JL3	3	21.9	17.1	16.8	16.8	15.5	14.8	11			3	27	27	152.1	
108	6	EO9	3	20.6	21.8	21.1	19.5	17.6	10.7	10.1			2.5	22	23	104.3	
107	6	JL26	3	20	20.9	20.6	19.9	13.4	10.7				2	27	28	108.9	
105	6	EE1M	1	21.2	21.2	19.5	19	15	12.2				2.5	28	29	120.5	
177	6	EO6	2	20.4	21.2	19.5	18.8	17	13.4				3	30	29	110.2	
106	6	CB21	1	24.1	20	18	17.1	16.1	15.6	11.6			2	27	28	156.4	
95	5	EE4M	3	20.3	18.1	18	17.3	12.8	12.5				2.5	28	28	134.9	





