



**INSTITUTO NACIONAL DE  
INVESTIGACION AGROPECUARIA**



**AGENCIA DE COOPERACION  
INTERNACIONAL DE JAPON**

**INIA - JICA  
AFTERCARE FORESTAL  
2000-2002**

**AVANCES EN MEJORAMIENTO  
GENETICO DE  
*Eucalyptus grandis***

**PROGRAMA NACIONAL FORESTAL**

**MARZO 2002**

**Serie Actividades  
de Difusión N°. 280**

**AFTERCARE FORESTAL**  
**INIA - JICA 2000/2002**

**AVANCES EN MEJORAMIENTO**  
**GENETICO DE**  
***Eucalyptus grandis***

**SEMINARIO DE CLAUSURA**  
**PROGRAMA NACIONAL FORESTAL**

**6 de Marzo de 2002**

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
INTRODUCCION.....	1
<b>Elbio Berretta</b>	
PRESENTACIÓN GENERAL DEL AFTERCARE FORESTAL INIA-JICA.....	2
<b>Zohra Bennadji</b>	
<b>Yoshitaka Uetsuki</b>	
RESULTADOS EN PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE <i>Eucalyptus grandis</i> .....	3
<b>Isabel Trujillo</b>	
EVALUACION DE CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA EN <i>Eucalyptus grandis</i> .....	4
<b>José Carlos de Mello</b>	
ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS EN LA SEGUNDA GENERACIÓN DE <i>Eucalyptus grandis</i> Y SU UTILIZACIÓN PAR EL MANEJO DE LA POBLACIÓN MULTIPROPÓSITO.....	5
<b>Gustavo Balmelli</b>	
<b>Masahiro Kubota</b>	
EVALUACIÓN TEMPRANA DE FUENTES DE SEMILLA COMERCIAL DE <i>Eucalyptus grandis</i> .....	6
<b>Ricardo Methol</b>	
AGRADECIMIENTOS.....	7

## INTRODUCCION

Elbio J. Berretta<sup>1</sup>

En los últimos años el sector Forestal del Uruguay ha tenido una sostenida expansión que ha hecho necesario un incremento de la investigación para poder cubrir esa demanda de nuevos conocimientos.

El Programa Nacional Forestal de INIA ha desarrollado actividades de investigación tecnológica para contribuir a satisfacer esa demanda, contando durante varios periodos con el valioso aporte de la Cooperación del Gobierno de Japón, a través de JICA, materializado en equipamiento, asistencia técnica de reconocidos expertos en temas relevantes para el mismo y capacitación a investigadores de INIA en Japón.

El Aftercare Forestal INIA-JICA (2000-2002) que está culminando, ha tenido como 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." En una serie de quince publicaciones se exponen los resultados obtenidos durante su período de actividad y este Seminario de Clausura constituye una instancia de presentación y discusión de los principales logros.

El desarrollo de este Aftercare, así como el anterior Proyecto quinquenal de Cooperación, ha contado con el valioso apoyo de técnicos y productores, expresado en el ámbito del Grupo de Trabajo Forestal, que ha contribuido significativamente a la definición de líneas de investigación. Asimismo, el Programa Forestal se ha visto beneficiado por el generoso aporte de las empresas del sector que han facilitado sus plantaciones e instalaciones para tareas de investigación.

Merece especial destaque la encomiable tarea del equipo del Programa Forestal, técnicos y personal de apoyo, de la Administración y Servicios Auxiliares de esta Estación Experimental, que han trabajado activamente para cumplir con el objetivo marcado dentro de los plazos previstos.

El reconocimiento a los expertos de JICA, de largo y corto plazo, que además de haber realizado sus aportes técnico - científico, ha contribuido con su buena voluntad, comprensión y amistad para integrarse al equipo de trabajo, lo que ha permitido que el Aftercare tuviera resultados positivos que contribuyen a incrementar el acervo de conocimientos científicos del Sector Forestal.

---

<sup>1</sup> Ing. Agr. , Dr. Ing. - Director Regional INIA Tacuarembó. E-mail: berretta@tb.inia.org.uy



## PRESENTACIÓN GENERAL DEL AFTERCARE FORESTAL INIA-JICA

Zohra Bennadji<sup>2</sup>; Yoshitaka Uetsuki<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este trabajo es el primero de una serie de presentación de los resultados logrados durante el período 2000-2002 en el marco del proyecto de cooperación técnica entre el INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria, Uruguay) y JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Gobierno del Japón), denominado "Aftercare del Proyecto de Mejoramiento Genético de Especies Forestales en el Uruguay". Consiste en una descripción general del proyecto y constituye una referencia institucional al resto de las exposiciones.

Se presentan los antecedentes de cooperación INIA-JICA en diferentes áreas de la investigación agropecuaria a lo largo de varias décadas, con énfasis en la investigación forestal. El Aftercare Forestal INIA-JICA corresponde a la etapa de seguimiento del proyecto de mayor tamaño ("Full-Size Project") de mejoramiento genético de especies forestales en el Uruguay, financiado también por la misma agencia y ejecutado en el período 1993-1998.

A su vez, se exponen los objetivos (general y específicos) y el contenido del Aftercare, destacándose la búsqueda de la producción y el uso generalizado en el país de material de reproducción forestal mejorado y la consolidación de la planificación de programas de mejoramiento genético, iniciada en el proyecto de cooperación quinquenal. *Eucalyptus grandis* fue la especie priorizada, al haberse ya cumplido un ciclo de su mejoramiento genético en la primera etapa de cooperación.

Los avances logrados se presentan de manera sintética por líneas de investigación y consisten básicamente en:

- la selección de 521 árboles plus de segunda generación de *Eucalyptus grandis*
- la generación de información técnica para la incorporación de características de la madera en el programa de mejoramiento genético de esta especie
- el perfeccionamiento de técnicas de macro y micropropagación para el establecimiento de un banco clonal de 200 clones
- el desarrollo de técnicas de ADN para la identificación de clones.

Como perspectivas, se priorizan aspectos programáticos relacionados a la clonación y a la características de la madera para aserrado. Además de la planificación de estas actividades en el Plan Operativo de Mediano Plazo (PIMP), el INIA planea la negociación con JICA de otro proyecto de cooperación técnica para consolidar los logros en *Eucalyptus* y para iniciar acciones de investigación en el género *Pinus*.

(Ver Publicación Serie Aftercare Forestal N°1: Aftercare Forestal INIA-JICA (2000-2002), Contenido y Avances. Enero 2002. INIA-Tacuarembó. 7 p.)

<sup>2</sup> Ing. Agr. (Ph.D.) Supervisor Area Programa Forestal - INIA Tacuarembó. E-mail: zobenn@tb.inia.org.uy

<sup>3</sup> Ing. Agr. Jefe Asesor Aftercare Forestal INIA-JICA. E-mail: yoshitacauetsuki@hotmail.com

## RESULTADOS EN PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Eucalyptus grandis*

Isabel Trujillo<sup>4</sup>

El rápido incremento de la superficie forestada en el Uruguay ha motivado el desarrollo de importantes programas de mejoramiento genético para las especies de mayor interés. En la especie *Eucalyptus grandis* el avance ha sido significativo y se intenta obtener la mayor ganancia genética en el menor tiempo posible. En esta estrategia todas las técnicas de propagación vegetativa tienen una importancia clave como complemento a las técnicas de propagación sexual.

En las últimas décadas, las técnicas de clonación han avanzado de manera significativa, fundamentalmente en el conocimiento de los procesos de maduración de los tejidos y de las formas de revertirlo hacia estados juveniles, lo que ha hecho que en géneros como *Pinus* y *Eucalyptus* sea actualmente posible la propagación vegetativa a escala comercial. Así, la propagación vegetativa se ha convertido en una importante herramienta para incrementar la competitividad del sector forestal. De los métodos de multiplicación vegetativa probados en especies del género *Eucalyptus*, el más difundido es el enraizamiento de estacas, el que se aplica en varios países, especialmente en programas de mejoramiento, para aumentar la producción de pulpa. Actualmente se producen en el mundo millones de plantas por el sistema de estaquillado, principalmente en especies subtropicales como *E. grandis* y en menor proporción, pero cada vez mayor, en especies templadas como *E. globulus*.

Las técnicas de micropropagación también se destacan, ya que tienen la potencialidad de propagación con las mayores tasas de multiplicación, pero presentan algunas dificultades del punto de vista operacional y económico que limitan su utilización a escala comercial. Sin embargo su aplicación al mejoramiento genético de especies forestales es muy amplia y va desde procedimientos sencillos donde se utiliza como una herramienta para clonar árboles superiores, hasta procedimientos complejos donde se regeneran plantas completas a partir de células que han sido modificadas genéticamente.

En este trabajo se presentan resultados de propagación vegetativa en árboles plus de *Eucalyptus grandis* de segunda generación, realizados en el marco del proyecto INIA-JICA en el período 2000-2002. Se busca utilizar técnicas de propagación vegetativa con el propósito de rescatar los genotipos destacados, intentando maximizar las ganancias genéticas. El objetivo principal es propagar vegetativamente un mínimo de 100 individuos seleccionados en pruebas de progenie por crecimiento, forma y calidad de madera.

(Ver publicaciones N° 9, 10 y 11, Serie AfterCare INIA-JICA)

<sup>4</sup> Ing. Agr. - Programa Nacional Forestal - INIA Tacuarembó. E-mail: mit@tb.inia.org.uy



## EVALUACIÓN DE CARACTERÍSTICAS DE LA MADERA EN *Eucalyptus grandis*

José C. De Mello<sup>5</sup>  
Kazuya Iizuka<sup>6</sup>  
Zohra Bennadji  
Gustavo Balmelli<sup>7</sup>  
Yoshitaka Uetsuki

### RESUMEN

Con el objetivo de obtener datos básicos sobre características de la madera en árboles plus de *Eucalyptus grandis*, se efectuaron estudios en 100 individuos, analizando las siguientes características: densidad, humedad, contracciones, tensiones de crecimiento, largo de fibra, número y calibre de vasos. Si bien se detectó importante variabilidad en la densidad y el contenido de humedad entre los diferentes árboles, la variación de densidad básica en orientación radial es relativamente escasa. Tanto en la densidad como el contenido de humedad evaluadas en 3 porciones desde la médula hacia la corteza, se encontraron diferencias significativas entre individuos. Los valores promedio de densidad obtenidos desde la médula hacia la corteza fueron 413 kg/m<sup>3</sup>, 408 kg/m<sup>3</sup> y 407 kg/m<sup>3</sup>, sin encontrar diferencias significativas entre los puntos de medición. Entre el valor de penetración del Pilodyn y el de densidad en la muestra cercana a la corteza se observa una correlación negativa importante ( $r = -0,837$ ). En base a una ecuación de regresión estimada con estos 100 individuos, los valores de penetración del Pilodyn en 498 árboles plus permiten determinar que la densidad varía entre 304 a 496 kg/m<sup>3</sup>, siendo el promedio de densidad básica 408 kg/m<sup>3</sup>. Así, el Pilodyn se presenta como una herramienta confiable en la selección de árboles por densidad a través de métodos no destructivos. A través del ranqueo de árboles plus en un mismo sitio, sería posible seleccionar eficientemente por esta característica. Los resultados preliminares en tensiones de crecimiento indican que existe suficiente variabilidad como para seleccionar individuos por bajas tensiones, siendo necesario profundizar en su precisión y eficiencia.

<sup>5</sup> Ing. Agr. Programa Nacional Forestal - INIA Tacuarembó. E-mail: jcmello@montevideo.com.uy

<sup>6</sup> Ing. Agr. (Ph.D.) Experto JICA. E-mail: kiizuka@ba.wakwak.com

<sup>7</sup> Ing. Agr. (M.Sc.) Programa Nacional Forestal - INIA Tacuarembó. E-mail: gubal@tb.inia.org.uy

## ESTIMACIÓN DE PARÁMETROS GENÉTICOS EN LA SEGUNDA GENERACIÓN DE *Eucalyptus grandis* Y SU UTILIZACIÓN PARA EL MANEJO DE LA POBLACIÓN MULTIPROPÓSITO

Gustavo Balmelli<sup>8</sup>  
Masahiro Kubota<sup>9</sup>

### RESUMEN

EL Programa Nacional Forestal del INIA inició en 1993 un Plan de Mejoramiento Genético para *Eucalyptus grandis*, instalándose ya en 1998 la segunda generación de mejoramiento. Mediante la evaluación de características de interés en las pruebas de progenie se estimaron parámetros genéticos (heredabilidad, correlaciones genéticas y valores de cría) que describen las características genéticas de la población y el mérito genético de los progenitores. Estos parámetros permiten concluir que: los valores de heredabilidad para las diferentes características de crecimiento son altos y mayores que los obtenidos en la primera generación; las correlaciones genéticas entre diferentes características fueron altas y similares a las obtenidas en la primera generación; la interacción genotipo-ambiente es relativamente baja y menor que la encontrada en la primera generación; las diferentes fuentes de semilla que integran la segunda generación tienen entre sí similar variabilidad genética y los progenitores de segunda generación presentaron valores de cría superiores que los de las otras dos fuentes de semilla (mejores progenitores de la primera generación y nuevas introducciones). Estos parámetros sugieren que la segunda generación de mejoramiento cuenta con una amplia base genética, que su valor genético es superior al de la primera generación y que por lo tanto es posible continuar obteniendo importantes ganancias genéticas en características de crecimiento. Finalmente se describe la utilización de los parámetros estimados para definir la primera intervención (primer raleo) realizada a la Población Multipropósito para transformarla en Población de Cría.

**Palabras clave:** heredabilidad; correlaciones genéticas; valores de cría; *Eucalyptus grandis*.

<sup>8</sup> Ing. Agr. M.Sc. Programa Nacional Forestal. INIA. Uruguay. [gubal@tb.inia.org.uy](mailto:gubal@tb.inia.org.uy)

<sup>9</sup> Ing. Agr. M.Sc. Aftercare Forestal INIA-JICA. [mk2780@affrc.go.jp](mailto:mk2780@affrc.go.jp)



## EVALUACION TEMPRANA DE FUENTES DE SEMILLA COMERCIAL DE *Eucalyptus grandis*

Ricardo Methol<sup>10</sup>

### RESUMEN

La semilla de *E. grandis* producida por el programa de mejoramiento genético que lleva adelante el INIA con el apoyo de JICA está siendo evaluada a campo, a través de ensayos de rendimiento. Estos ensayos permiten cuantificar las ganancias genéticas reales a ser obtenidas por los productores forestales y comparar la productividad de esta semilla con otras fuentes de semilla comerciales. Los resultados obtenidos hasta el segundo año en el ensayo de mayor crecimiento (Rivera) confirman el excelente crecimiento obtenido por el lote de INIA. Este lote presenta mejoras en volumen en pie antes del raleo, efectuado a los 2 años, de entre 2.1 y 56.1% (dependiendo del lote con el que se compare) y de entre 2.4 y 44.5% después del mismo.

**Palabras clave:** *Eucalyptus grandis*, ensayos de rendimiento, ganancia genética real.

---

<sup>10</sup> Ing. Agr., Ph. D. Programa Nacional Forestal. INIA Tacuarembó. E-mail: rmethol@tb.inia.org.uy

## AGRADECIMIENTOS

Con la culminación del Aftercare Forestal INIA-JICA, se cierra una segunda etapa de cooperación técnica con Japón. Esta cooperación no hubiera dado todos sus frutos sin el trabajo día a día de un conjunto de personas:

- El personal del Programa Nacional Forestal, técnicos y personal de apoyo: Sres. Jorge Lemos, Ramón García, Rosebel Silva y Walter Rodríguez.
- La Dirección Regional de la Estación Experimental del Norte.
- La Unidad de Cooperación Internacional en Montevideo.
- Los servicios auxiliares de la Estación Experimental del Norte: Sres. Javier Alonso y Gualberto Cuadro, Sras Mirtha Duarte, Alexandra Viera y Beatriz Marco.
- La secretaria de la Dirección de esta misma Estación, Sra. Cristina Gaggero.
- El apoyo constante de la Sra. Margarita Salvo desde Dirección Nacional en Montevideo.

A todos, gracias.