

# **AVANCES EN INVESTIGACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA EN ZONA DE PRIORIDAD FORESTAL 8**

**PROGRAMA NACIONAL FORESTAL**

**Sociedad Rural de Durazno – Santa Bernardina**

**31 de Julio de 2003**

## TABLA DE CONTENIDO

	Página
- INTRODUCCION Zohra Bennadji.....	1
- ACCIONES DEL AREA FORESTAL DEL INIA EN ZONA DE PRIORIDAD FORESTAL 8 Zohra Bennadji.....	3
- MEJORAMIENTO GENETICO DE <i>Eucalyptus</i> y <i>Pinus</i> : RESULTADOS EN ZONA 8. Estrategias y principales resultados para <i>E. grandis</i> Gustavo Balmelli.....	5
1. Evaluación de la Semilla Comercial de <i>E. grandis</i> de INIA para Zona 8 Gustavo Balmelli.....	13
3. Clonación y Mejoramiento Genético. Avances en <i>E. grandis</i> Isabel Trujillo .....	17
4. Evaluación de varias fuentes de Semilla de <i>E. dunnii</i> Fernando Resquín.....	21
5. Ensayos de procedencias de <i>P. Taeda</i> en suelos 8 de la Zona de Arévalo (Cerro Largo) Ricardo Methol.....	25
- APORTES DEL PROYECTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA – SOCODEVI 1. Resultados de crecimiento de montes del género <i>Eucalyptus</i> de productores de los Departamentos de Durazno y Cerro Largo Andrés Berterecche .....	27
2. Escenarios silvícolas propuestos para rodales de <i>E. grandis</i> en el marco del Proyecto TTF con la AFCL y AFC. Experiencias desarrolladas.....	31

---

## INTRODUCCIÓN

Zohra Bennadji<sup>1</sup>

Con 3.574.573 hectáreas aptas para la forestación y 533.542 ya plantadas, las regiones del país definidas como de prioridad forestal en la última Ley Forestal 15.939, corresponden a las Zonas 2, 7, 8 y 9 del C.I.D.E. La Zona 8 ocupa el cuarto lugar en extensión con 442.000 ha, abarcando los departamentos de Durazno, Tacuarembó y Cerro Largo. El 70% de esta superficie se ubica en los departamentos de Durazno y Cerro Largo. El índice CO.N.E.A.T de sus suelos está comprendido ente 31 y 109.

Los datos del Censo General Agropecuario del año 2000 subrayan la importancia creciente de la forestación en Zona 8. Los departamentos de Durazno y Cerro Largo ocupan respectivamente, los puestos sexto y octavo, en cuanto al total de explotaciones teniendo la forestación como principal fuente de ingreso. La comparación del rubro forestal con los otros rubros agropecuarios permite concluir que las explotaciones forestales ocupan el quinto lugar en Durazno y el noveno en Cerro Largo.

La superficie total dedicada a la forestación con especies de *Eucalyptus* en los departamentos de Durazno y Cerro Largo es del orden de 49.175 ha, superando ampliamente las 5.341 ha forestadas con especies de *Pinus* (Dirección Forestal. Regional Norte (MGAP), 2002). *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus maidenii*, *Eucalyptus globulus*, *Eucalyptus viminalis* y *Eucalyptus dunnii* son las principales especies del género *Eucalyptus* utilizadas en la Zona. En el género *Pinus*, figuran *P. elliottii* y *P. taeda*. La superficie total forestada es del orden de 34.737 ha en Durazno y de 23.010 ha en Cerro Largo.

Se reporta un total de 98 emprendimientos forestales con perfiles empresariales variables: pequeños y medianos productores, empresas con alto nivel de integración vertical, cooperativas y agrupaciones civiles que basan sus inversiones sobre ahorros provenientes de otros sectores de actividades del país. Según el Censo de Viveros del año 2000, realizado por la División Forestal del MGAP, existen 8 viveros en la Zona. No existen empresas especializadas en la venta de semillas forestales.

Desde el punto de vista de la caracterización técnica y económica de los sistemas de producción, la Zona 8 se orientó inicialmente hacia la producción de pulpa y leña. Se registra actualmente una paulatina tendencia hacia la producción de madera aserrada de *Eucalyptus grandis*. La tercerización de las actividades de implantación, seguimiento de las plantaciones y cosecha es cada vez más practicada, con la emergencia de empresas de servicios en diferentes etapas de la cadena de producción y transformación de la madera.

La presente actividad de difusión es parte de una serie de acciones de actualización tecnológica por región de influencia de la Estación Experimental del Norte y del Área Forestal del INIA. Comprende dos módulos. El primero corresponde a la presentación de los avances logrados por INIA en mejoramiento genético de *Eucalyptus* y *Pinus* para la Zona 8. El segundo módulo incluye los principales avances del Proyecto de Transferencia de Tecnología Forestal llevado a cabo por la Asociación de Forestadores del Centro y la Asociación Forestal de Cerro Largo con la cooperación de SOCODEVI (Canadá).

---

<sup>1</sup> Ing. Agr., Ph.D. Supervisor Area Programa Nacional Forestal INIA Tacuarembó. email: zobenn@inia.org.uy

Esta actividad de difusión permite una vez más destacar la importancia de los vínculos institucionales que viabilizan este tipo de evento, tomando en cuenta que la mayoría de los ensayos del INIA en esta Zona están instalados en predios de empresas y productores forestales y que las presentaciones se realizan en el salón cedida amablemente por la Asociación Rural de Durazno.

## ACCIONES DEL ÁREA FORESTAL DEL INIA EN ZONA DE PRIORIDAD FORESTAL 8

Zohra Bennadji

### INTRODUCCIÓN

La investigación forestal del INIA se caracteriza por su cobertura geográfica nacional y por el establecimiento de redes de ensayos en las cuatro zonas de prioridad forestal del país. Las actuales líneas de investigación están orientadas al mejoramiento genético y al manejo silvicultural de las principales especies de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus* en uso en el país.

Desde su creación en 1992, el Área Forestal del INIA y su Programa Nacional han ejecutado dos planes quinquenales de investigación: el Plan Operativo de Mediano Plazo (POMP, 1992-1996) y el Plan Indicativo de Mediano Plazo (PIMP, 1998-2002). Un tercero plan quinquenal está actualmente en curso. De 1992 al 2002, el Área contó también con el aporte de la cooperación internacional de Japón a través de su Agencia de Cooperación Internacional (JICA). Las acciones de investigación en Zona 8, se iniciaron a principio de 1993.

### PRINCIPALES ACCIONES DE INVESTIGACIÓN EN ZONA 8

El Área Forestal del INIA inició sus actividades en Zona 8 a partir de 1993 con la instalación de ensayos de orígenes y procedencias de *Eucalyptus grandis* en Montevideo Chico (Zamora, Tacuarembó) y de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* en el Carmen (Durazno). A la fecha, se han instalado doce ensayos. En el Cuadro 1, se presentan las principales características de estos ensayos.

**Cuadro 1. Ensayos establecidos en Zona 8**

ESPECIE	TIPO DE ENSAYO	FECHA	LUGAR
<b>EUCALYPTUS GRANDIS</b>	Orígenes y progenies	1993	Montevideo Chico (Zamora, Tacuarembó)
<i>Eucalyptus grandis</i>	Progenies de huerto semillero australiano	1993	Ídem
<i>Eucalyptus grandis</i>	Progenies locales	1993	Ídem
<i>Eucalyptus grandis</i>	Progenies locales	1993	Ídem
<i>Pinus elliottii</i>	Ensayo de procedencias	1993	El Carmen (perdido)
<i>Pinus taeda</i>	Ensayo de procedencias	1993	El Carmen (perdido)
<i>Eucalyptus maidenii</i>	Progenies de árboles plus locales	1997	San Gregorio
<i>Eucalyptus saligna</i>	Orígenes y progenies	1997	Durazno
<i>Eucalyptus grandis</i>	Prueba de progenies de segunda generación	1998	El Carmen
<i>Eucalyptus dunnii</i>	Orígenes y progenies	1998	Durazno
<i>Eucalyptus grandis</i>	Ensayo de rendimiento	1999	Arévalo
<i>Pinus taeda</i>	Ensayo de procedencias	2002	Arévalo
Total especies estudiadas: 6	12	1993-2002	-

Fuente: Base de Datos. Programa Nacional Forestal. INIA.

### MAYORES LOGROS

En el 2000, el Programa Nacional Forestal del INIA procedió a la liberación de la primera variedad de *Eucalyptus grandis*, una de las especies forestales más plantadas en el Uruguay en general y en la Zona 8 en particular. Esta variedad fue certificada por el Instituto Nacional de Semillas (INASE), constituyéndose en la primera variedad forestal certificada en el país. En setiembre de 2003, se espera la liberación de diez clones de *Eucalyptus grandis* y en el 2004, la liberación de una variedad de segunda generación de esta misma especie.

Se dispone también de un modelo para la simulación del crecimiento y la gestión de rodales de esta especie. Este modelo fue establecido con datos de Zonas 7 y 9 pero su extrapolación es factible para Zona 8.

### **CONCLUSIÓN**

La red de ensayos establecida en Zona 8 está básicamente orientada al mejoramiento genético de especies del género *Eucalyptus*. Representa un esfuerzo de sistematización de la investigación forestal sin precedente en la región. Esta red está respaldada por bases de datos de caracterización de los ensayos y de sus mediciones anuales.

Además de la producción de semilla de primera generación de *Eucalyptus grandis*, existen datos preliminares de crecimiento y de ranqueo de procedencias para las otras especies que serán presentados en esta Jornada.

## **MEJORAMIENTO GENÉTICO DE *Eucalyptus* Y *Pinus*: RESULTADOS EN ZONA 8**

## 1. ESTRATEGIA Y PRINCIPALES RESULTADOS PARA *E. grandis*

Gustavo Balmelli<sup>2</sup>

### INTRODUCCIÓN

*Eucalyptus grandis* es una de las especies forestales más utilizadas en Uruguay, existiendo actualmente más de 135.000 hectáreas de plantaciones comerciales. En los Departamentos de Durazno y Cerro Largo, que constituyen la mayor parte de los suelos de Zona 8, *E. grandis* representa el 45 % del área forestada. Gran parte de estas plantaciones se han realizado utilizando semillas nacionales con escaso grado de selección o semillas importadas sin evaluación local. Por tal motivo el Programa Nacional Forestal del INIA viene implementando desde 1992 un Plan de Mejoramiento Genético para esta especie. La meta propuesta es el abastecimiento del mercado local de semilla seleccionada para las diferentes zonas de prioridad forestal, liberando al país de la necesidad de importar semilla, evitando por lo tanto la eventual entrada de nuevas enfermedades.

Se presenta a continuación una somera descripción del estado actual del Plan de Mejoramiento de *E. grandis*, así como algunos resultados obtenidos en ensayos de evaluación establecidos en Zona 8. Dichos resultados corresponden a dos Pruebas de Progenie de primera generación evaluadas hasta el séptimo año y una Prueba de Progenie de segunda generación evaluada hasta el quinto año.

### PLAN DE MEJORAMIENTO GENÉTICO

El Plan de Mejoramiento se basa en la evaluación local de un gran número de materiales (genotipos) y en la selección de los mejores para ser utilizados como productores de semilla. La primera etapa de este plan consiste en la creación de una población de amplia base genética. En *E. grandis* esta población se formó en 1992 mediante la introducción de semillas desde el área de distribución natural (costa Este de Australia) y mediante una intensa selección local en plantaciones comerciales distribuidas en todo el país. Entre las dos fuentes de semilla mencionadas se obtuvieron más de 200 genotipos diferentes.

El valor productivo de estos genotipos debe comprobarse mediante la instalación y evaluación de ensayos, lo que constituye la segunda etapa del plan. En 1993, en convenio con empresas forestales, se instalaron 9 Pruebas de Progenie, en sitios representativos de las Zonas CIDE 7, 8 y 9, más una Población Multipropósito (la cual cumple inicialmente la función de Prueba de Progenie, posteriormente la de Población de Cría y finalmente la de Huerto Semillero). La evaluación comienza al año de instalados los ensayos, evaluándose posteriormente cada dos años la producción de madera por árbol y por hectárea. Esta información permite estimar parámetros genéticos poblacionales, los cuales son utilizados para orientar la estrategia de mejoramiento (definir las zonas de mejora, el diseño experimental, los criterios y edades de selección, etc.) y estimar en base al comportamiento de su progenie el valor genético o valor de cría de cada progenitor.

La tercera etapa consiste en la utilización de los valores de cría para seleccionar los mejores genotipos desde el punto de vista productivo. El manejo genético de la Población Multipropósito comienza con un primer raleo suave para formar la Población de Cría, que representa la principal fuente de semillas

---

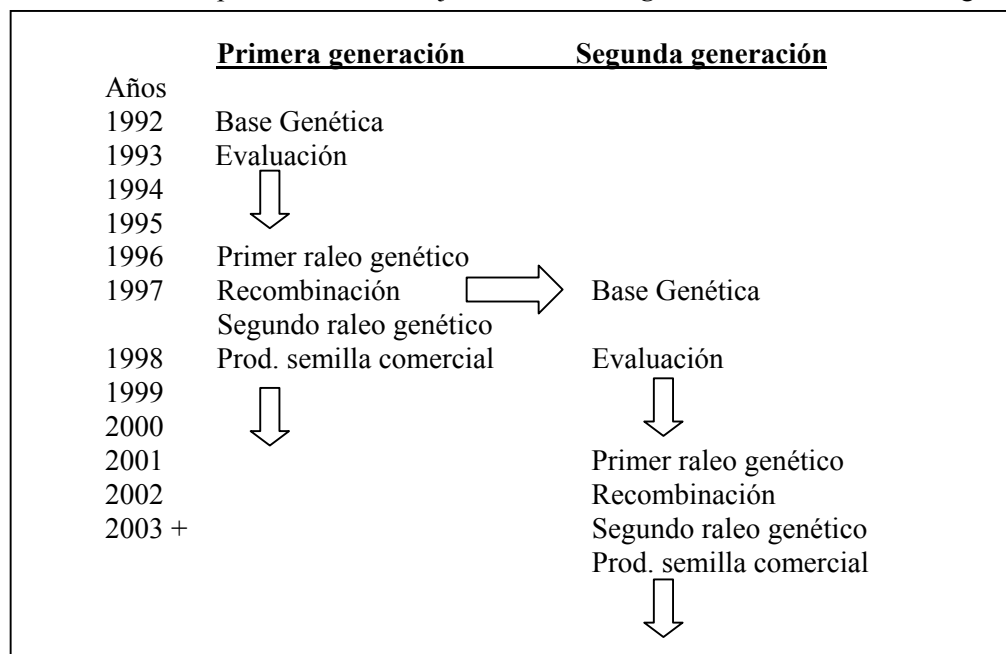
<sup>2</sup> Ing. Agr. (M.Sc.) Programa Nacional Forestal. INIA-Tacuarembó - email: gubal@inia.org.uy

para la segunda generación. Posteriormente mediante un segundo raleo más intenso se forma el Huerto Semillero, dejándose solamente las mejores familias e individuos, los cuales serán en definitiva los productores de semilla. Dichas etapas le han permitido a INIA, a partir de 1998, obtener y poner a disposición de los productores forestales dos lotes de semilla comercial mejorada de *Eucalyptus grandis*, uno seleccionado para Zona 7 y el otro para Zona 8. Dicha semilla ha sido certificada por el INASE, constituyéndose en la primera semilla forestal certificada en el Uruguay.

En forma paralela al Plan de Mejoramiento y para conocer la ganancia genética lograda por la semilla de INIA con respecto a otras fuentes comerciales se instalaron en 1999 ensayos de rendimiento en las principales zonas de prioridad forestal. La evaluación preliminar de un ensayo de esta serie, correspondiente a Zona 8, se presenta más adelante.

Un esquema similar al descrito anteriormente es utilizado para la segunda generación de Mejoramiento Genético. La base genética de la segunda generación está formada por tres grandes fuentes de semilla: Población de Cría (o segunda generación propiamente dicha); mejores familias de primera generación y nuevas introducciones. En 1998 se instaló la población multipropósito y las pruebas de progenie de segunda generación de *E. grandis*, con lo que actualmente se cuenta con dos generaciones superpuestas, desfasadas por un intervalo de 5 años.

Las diferentes etapas del Plan de Mejoramiento de *E. grandis* se resumen en el siguiente esquema:



En la primera generación el principal objetivo de selección fue el incremento de la producción de madera por unidad de área (volumen por hectárea), mientras que para la segunda generación y teniendo en cuenta que actualmente *E. grandis* se maneja casi exclusivamente para aserrado, se definieron dos objetivos de selección con igual peso: producción por unidad de área y calidad de madera para aserrado.

Una descripción más detallada del Plan de Mejoramiento Genético para *E. grandis* puede encontrarse en las Series Actividades de Difusión N°157 y 189. La información genética obtenida en la primera generación puede consultarse en la Serie Técnica N°121 y la obtenida en la segunda generación en la



Serie Aftercare INIA-JICA N°4. El proceso de producción y evaluación de la semilla mejorada se encuentra en la Serie Técnica N°123.

## RESULTADOS

### A. Pruebas de Progenie de primera generación

Se presenta en esta sección los resultados obtenidos hasta el séptimo año de evaluación en dos Pruebas de Progenie de primera generación instaladas sobre suelos 8.9 en la localidad “Montevideo Chico”, Departamento de Tacuarembó. En ambos ensayos se realizó laboreo total y no se fertilizó. Los detalles del diseño experimental y la composición de dichas pruebas se presentan en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Diseño experimental y composición de las Pruebas de Progenie.

Prueba de Progenie	Densidad inicial (a/ha)	Diseño experimental	Arboles por parcela	Fuente de semilla	Número de familias
O-23	1515	BCA con 6 repeticiones	10	Orígenes Australianos	58
L-29	1449	BCA con 10 repeticiones	5	Selecciones Locales	85

Nota: BCA = Bloques Completos al Azar.

El listado de orígenes y procedencias evaluadas se presenta en los Cuadros 2 y 3.

**Cuadro 2.** Lista de orígenes evaluados en la Prueba de Progenie O-23.

Origen N°	Localidad	Latitud	Longitud	Altitud	N° Prog.
16435	16 km N Coff Harbour	30,09	153,07	120	1
16444	Near Coff Harbour	30,19	152,58	270	2
16454	Near Coff Harbour	30,24	153,00	150	11
18273	Webbing Bells SF	30,10	153,07	100	9
16436	15 km N Coff Harbour	30,10	153,07	100	3
16442	Near Coff Harbour	30,14	153,05	200	7
13909	NW of Coff Harbour	30,06	153,05	290	5
16437	Near Coff Harbour	30,05	153,01	300	6
16443	Near of Coff Harbour	30,13	153,02	130	6
16940	Mt. Mee SF	27,03	152,41	250	3
16893	Brooweena SF	25,33	152,16	100	5

**Cuadro 3.** Lista de procedencias evaluadas en la Prueba de Progenie L-29.

Código	Localidad (procedencia)	N° Prog.
EO	Ensayo de orígenes (FNP, Colonia)	20
BIC	Facultad de Agronomía (Bañado de Medina)	3
JL	Juan Lacaze (FNP, Colonia)	23
EE	El Espinillar (Salto)	6
CB	Caja Bancaria (Paysandú)	23

BS	Villasboas (Durazno)	10
----	----------------------	----

Los valores medios para diferentes características de crecimiento y productividad evaluadas en sucesivas mediciones de ambas pruebas se presentan en los Cuadros 4 y 5. En ambos cuadros, los valores de volumen individual y por hectárea corresponden a volúmenes totales con corteza, utilizando un factor de forma de 0.4.

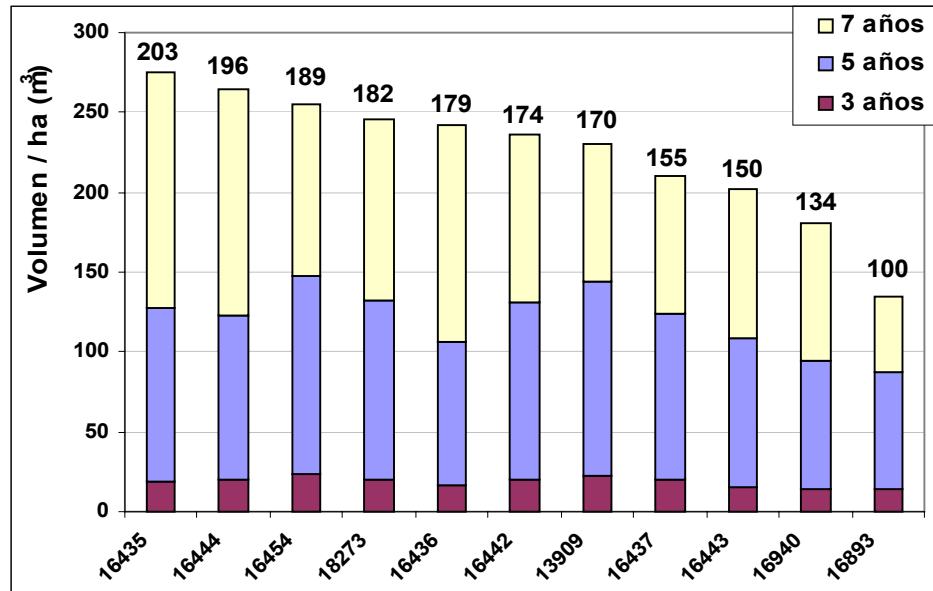
**Cuadro 4.** Valores medios para diferentes características hasta el séptimo año en la prueba O-23.

Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/árb (dm <sup>3</sup> )	Sobreviv. (%)	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
1	1.0	-	-	98.4	-
3	7.3	6.9	13.4	93.9	19.2
5	14.7	13.4	92.1	88.6	125.4
7	18.9	15.9	165.4	81.3	205.7

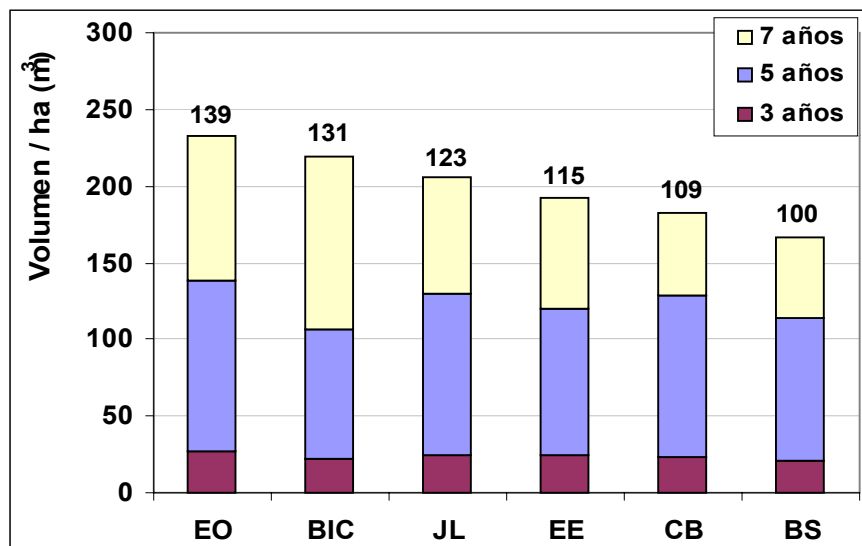
**Cuadro 5.** Valores medios para diferentes características hasta el séptimo año en la prueba L-29.

Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/árb (dm <sup>3</sup> )	Sobreviv. (%)	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
1	2.2	-	-	94.5	-
3	7.8	7.6	17.8	93.3	24.1
5	15.0	13.9	97.5	90.6	128.2
7	17.7	16.5	162.0	84.9	200.7

El comportamiento relativo de cada origen y procedencia para volumen por hectárea hasta el séptimo año se presenta en las Figuras 1 y 2. Si bien existe una importante variación en la productividad de los diferentes materiales, las diferencias entre orígenes son mucho mayores que las diferencias entre procedencias (el mejor origen produce el doble que el peor origen mientras que la mejor procedencia es un 40 % superior a la peor procedencia). Estas diferencias son esperables dado que las plantaciones comerciales en las que se realizó selección de árboles fueron elegidas en base a sobrevivencia y crecimiento, o sea que en cierta medida ya son materiales “probados” localmente. Por el contrario, los orígenes introducidos fueron elegidos tratando de cubrir gran parte del área de distribución natural (la que se extiende 2000 kilómetros de Norte a Sur y desde el nivel del mar hasta los 1250 metros de altitud), justamente para captar la variabilidad natural existente dentro de la especie.



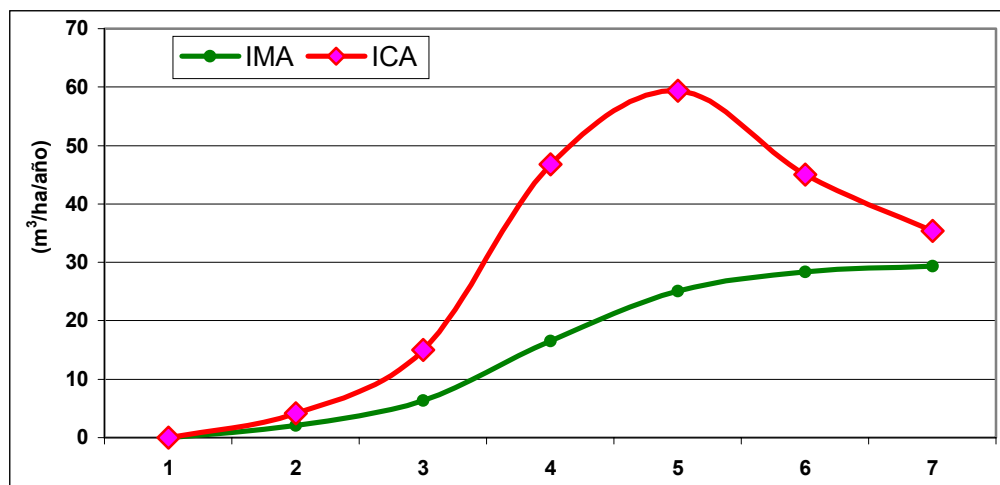
**Figura 1.** Volumen por hectárea con corteza, hasta el séptimo año, para cada origen en la Prueba O-23 (los valores sobre las barras indican el comportamiento relativo, tomando como base 100 el origen de menor productividad).



**Figura 2.** Volumen por hectárea con corteza, hasta el séptimo año, para cada procedencia en la Prueba L-29 (los valores sobre las barras indican el comportamiento relativo, tomando como base 100 la procedencia de menor productividad).

La evolución del ICA (incremento corriente anual) y del IMA (incremento medio anual) hasta el séptimo año fue muy similar en ambas pruebas, presentándose en la Figura 3 y a modo de ejemplo aquellos correspondientes a la Prueba O-23. Como puede observarse, la productividad máxima (IMA máximo) se alcanza entre el séptimo y el octavo año, la cual para este sitio y sin raleos es de aproximadamente 30 m<sup>3</sup>/ha/año. Los incrementos corrientes anuales aumentan rápidamente entre el

tercer y el quinto año y decrecen también en forma importante a partir del quinto año, lo que desde el punto de vista de la producción de madera para aserrado sugiere que el primer raleo debe realizarse necesariamente antes de dicha edad.



**Figura 3.** Evolución del ICA e IMA hasta el séptimo año en la Prueba O-23.

## B. Prueba de Progenie de segunda generación

En esta sección se presentan los resultados obtenidos hasta el quinto año de evaluación en una Prueba de Progenie de segunda generación instalada sobre un suelo 8.7 en el Carmen, Departamento de Durazno. En este ensayo se realizó laboreo en fajas, fertilizándose al momento de la plantación con 100 gramos por planta de 20/40/0. El diseño experimental utilizado fue de Bloques Completos al Azar, con 24 repeticiones y parcelas de 1 planta. La densidad de plantación fue de 1250 árboles por hectárea.

El material genético incluido en esta prueba está formado por 180 familias provenientes de tres grandes fuentes de semilla:

- Población de Cría (o segunda generación propiamente dicha)
- Familias de primera generación
- Nuevas introducciones

La Población de Cría de la primera generación (ubicada en INIA-Tacuarembó) generó, por recombinación de los mejores individuos de las mejores familias, lo que representa la segunda generación propiamente dicha. Esta fuente está formada por 88 progenitores, cuya semilla fuera cosechada en Octubre de 1997.

La segunda fuente de semillas corresponde a las mejores familias de la primera generación (se considera que las familias de primera generación ubicadas en el 20 % superior del ranking son suficientemente buenas como para ser incluidas en la segunda generación). Esta segunda fuente se constituyó con semilla, que aún se tenía en stock, de 42 progenitores.

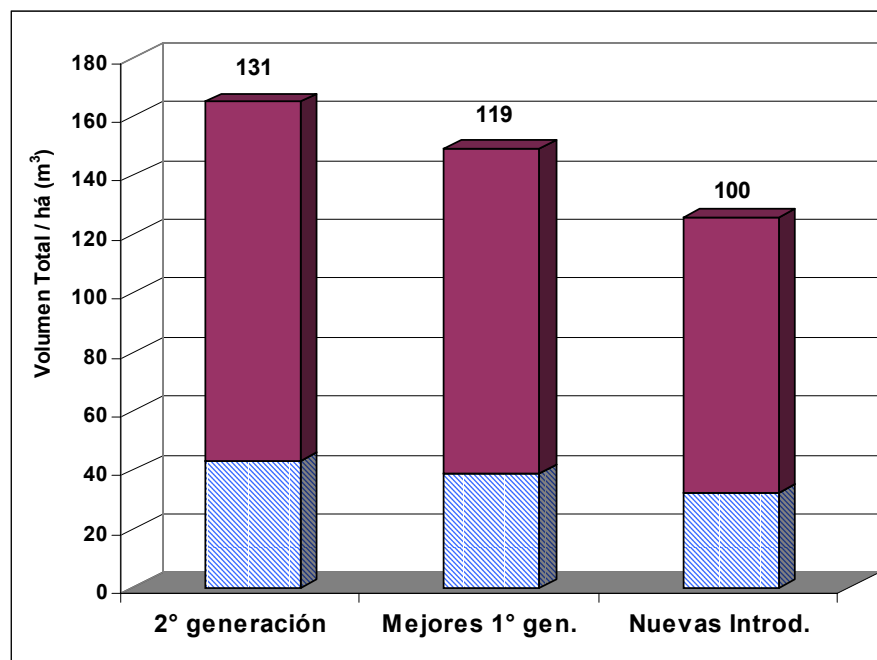
La tercera fuente de semillas son nuevas introducciones, buscándose con ellas ampliar la base genética y evitar el aumento de la consanguinidad. Semillas de 50 progenitores de nuevos orígenes fueron introducidas en 1997.

Los valores medios para diferentes características de crecimiento y productividad evaluadas al tercer y quinto año se presentan en el Cuadro 6. Los valores de volumen individual y por hectárea corresponden a volúmenes totales con corteza, utilizando un factor de forma de 0.4.

**Cuadro 6.** Valores medios para diferentes características al tercer y quinto año.

Edad (años)	Altura (m)	DAP (cm)	Vol/árb (dm <sup>3</sup> )	Sobreviv. (%)	Vol/ha (m <sup>3</sup> )
3	10.6	9.9	34.3	90.3	38.8
5	16.5	15.6	137	87.5	150

El comportamiento relativo de las diferentes fuentes de semilla para volumen por hectárea hasta el quinto año se presenta en la Figura 4.



**Figura 4.** Volumen total por hectárea con corteza, acumulados al tercer y quinto año, para las tres fuentes de semilla evaluadas (los valores sobre las barras indican el comportamiento relativo, tomando como base 100 la productividad de las nuevas introducciones).

En promedio las progenies de la Población de Cría (que conforman la segunda generación propiamente dicha) tienen una producción superior a las progenies de los mejores árboles de la primera generación, mientras que éstos a su vez superan a las progenies de nuevas introducciones. Estos resultados sugieren que el Plan de Mejoramiento Genético de *E. grandis* permitirá continuar incrementando la productividad de esta especie en Zona 8.

## CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS

Actualmente el Programa Nacional Forestal del INIA dispone de semilla de primera generación, la cual está demostrando muy buen comportamiento (ver artículo siguiente). Como se mencionó en la descripción del Plan de Mejoramiento, para la segunda generación se definieron dos objetivos de selección con similar importancia: productividad por unidad de área y calidad de madera para aserrado. Dado que las pruebas de progenie son aún muy jóvenes como para evaluar calidad de madera, el primer raleo genético en la Población Multipropósito de segunda generación (realizado en Noviembre-Diciembre de 2001) se basó principalmente en la velocidad de crecimiento hasta el tercer año. Para realizar el segundo raleo genético deberá esperarse hasta que la edad de los árboles permita medir características de calidad de madera y por lo tanto sea posible definir que características son las más apropiadas como criterios de selección. De todas formas esta primera selección permitirá, a partir del año 2003, comenzar a producir y poner a disposición de viveristas y forestadores semilla comercial de *E. grandis* de segunda generación.

## **2. EVALUACIÓN DE LA SEMILLA COMERCIAL DE *E. grandis* DE INIA PARA ZONA 8**

Gustavo Balmelli

### **INTRODUCCIÓN**

Como resultado del plan de mejoramiento genético para *E. grandis* desarrollado por el Programa Nacional Forestal del INIA, detallado en la sección anterior, en 1998 se obtiene la primer cosecha comercial de semilla de Huerto Semillero de primera generación de dicha especie. Se espera que la utilización de esta semilla redunde, a través de una mejor sobrevivencia y un mayor crecimiento inicial, en una reducción de los costos de manejo inicial y en una mayor productividad al turno de corta. En base a estimaciones teóricas, se espera un aumento de productividad por hectárea de entre 15 y 25 por ciento. Sin embargo, estas estimaciones de ganancia deben verificarse en condiciones comerciales, comparándose la semilla producida por INIA con otras fuentes de semilla de uso corriente a escala comercial.

El objetivo de este trabajo es evaluar diferentes fuentes de semilla comercial de *Eucalyptus grandis* en la Zona 8, así como cuantificar la ganancia genética obtenida por el plan de mejoramiento genético de INIA.

## MATERIALES Y MÉTODOS

En Setiembre de 1999 se instaló un ensayo de rendimiento sobre un suelo del grupo CONEAT 8.12 próximo a la localidad de Arévalo (Cerro Largo) en un predio de la empresa Greenflowers. En este ensayo se evalúan cuatro lotes de semilla de uso corriente para *E. grandis*:

- el lote de INIA de huerto semillero de primera generación seleccionado específicamente para Zona 8 (I8);
- la semilla del huerto semillero de la Facultad de Agronomía en Bañados de Medina (BM);
- semilla de un área de colecta ubicada en un rodal de la Caja Bancaria comercializada por la Dirección Forestal del MGAP (CB); y
- semilla de huerto semillero clonal de la empresa SAFCOL de Sudáfrica (SA)

Además de este ensayo, se instalaron 4 ensayos más, 2 en Zona 7 (en Tacuarembó y en Rivera) y 2 en Zona 9 (en Paysandú). Lamentablemente no pudo instalarse un segundo ensayo en Zona 8 por la sequía de la primavera de 1999. Dicha sequía, en acción combinada con una fuerte helada ocurrida en el mes de Octubre determinó que los dos ensayos instalados en Zona 9 se perdieran completamente.

Además de los cuatro materiales evaluados en el ensayo de Arévalo, existen otros cinco materiales incluidos en los demás ensayos. La lista completa de materiales en evaluación en esta red de ensayos de rendimiento se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Fuentes de semilla incluidas en los ensayos de rendimiento.

<b>Código</b>	<b>Descripción</b>
I7	Huerto Semillero de INIA, Selección para Zona 7
I8	Huerto Semillero de INIA, Selección para Zona 8
FO	Huerto Semillero de Forestal Oriental S.A.
MO	Huerto Semillero de 2 <sup>a</sup> generación de MONDI (Sud Africa)
SA	Huerto Semillero Clonal de SAFCOL (Sud Africa)
BM	Huerto Semillero de Facultad de Agronomía: Bañados de Medina
FA	Area de Producción de Semillas de Forestal Oriental S.A.
CB	Area de Colecta de Semillas de Dirección Forestal en Caja Bancaria
AU	Origen Australiano de Tan Ban N.S.W, comercializado por Dirección Forestal

Los lotes de INIA (I7 e I8) fueron obtenidos antes de la última depuración del huerto semillero, realizada en Diciembre de 1998. En dicha depuración se dejaron las 50 familias de mejor performance de las 76 familias que estaban presentes al momento de cosechar la semilla usada en el ensayo (Balmelli 1999).

En estos ensayos, cada lote de semilla está representado por 280 plantas (70 plantas por parcela en 4 repeticiones). La preparación del sitio del ensayo de Arévalo fue en fajas distanciadas 3.5 m en las cuales se pasó subsolador y cincel. La distancia entre plantas de una misma fila fue de 2 m lográndose una densidad de plantación de 1429 árboles/ha. El ensayo se fertilizó en la misma forma que las plantaciones circundantes con 100 g de 18/40/0 por planta aplicado unos días después de la plantación.

Se presenta la información obtenida al cuarto año de crecimiento. Se midió altura y DAP (diámetro a la altura del pecho, 1.30 m), calculándose sobrevivencia, volumen individual y volumen total por hectárea con corteza (utilizando un factor de forma de 0.4).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

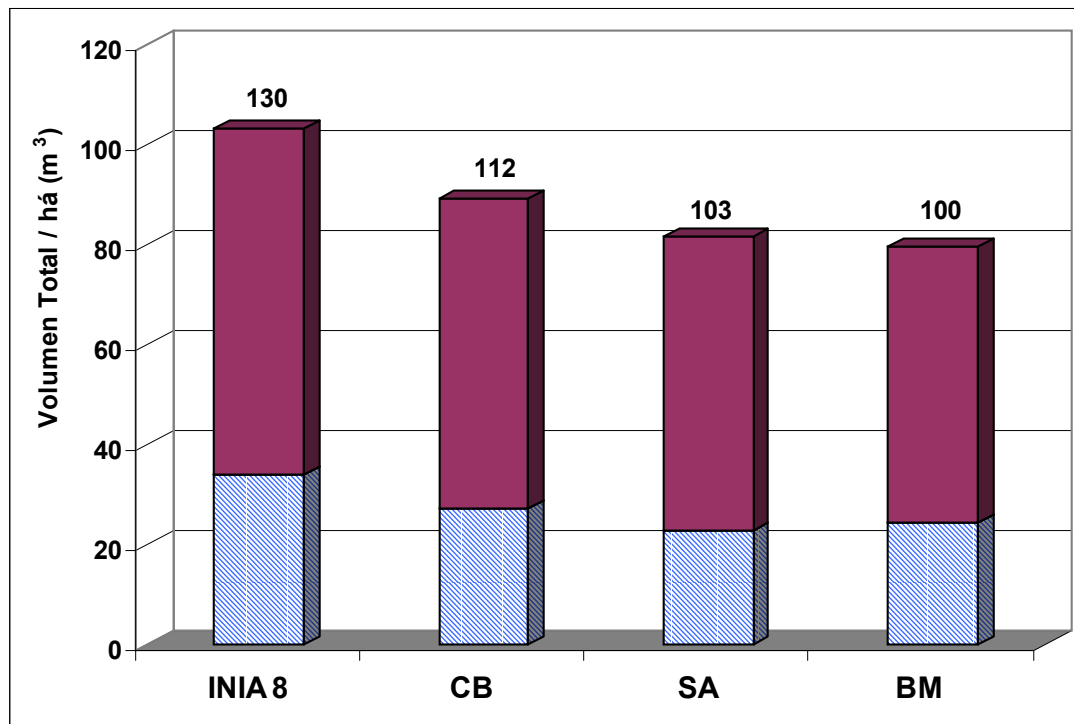
En el Cuadro 2 se presentan los promedios de las distintas variables medidas.

**Cuadro 2.** Valores promedio de las variedades evaluadas al cuarto año.

<b>Lote de semilla</b>	<b>Altura (m)</b>	<b>DAP (cm)</b>	<b>Sobrev. (%)</b>	<b>Volumen / árbol (dm<sup>3</sup>)</b>	<b>Volumen / ha (m<sup>3</sup>)</b>
<b>I 8</b>	13.8	14.1	80.0	90.1	<b>103.0</b>
<b>CB</b>	13.2	13.4	77.9	79.9	<b>89.0</b>
<b>SA</b>	13.2	13.2	73.6	77.5	<b>81.5</b>
<b>BM</b>	13.2	13.2	72.9	76.2	<b>79.4</b>



Observando los valores del Cuadro 2 se constata que el lote de INIA fue el que presentó mayor crecimiento y mejor sobrevivencia. Al combinar las diferencias en altura, DAP y sobrevivencia se obtienen diferencias marcadas en la productividad total por hectárea (Figura 1).



**Figura 1.** Volumen total por hectárea acumulado hasta el tercer y cuarto año (m<sup>3</sup>) para los diferentes lotes de semilla.

Tomando como base 100 el lote del huerto semillero de Bañado de Medina, se observa que el lote de INIA tuvo una productividad 30% mayor. La diferencia del lote INIA8 respecto al lote que ocupó el segundo lugar en productividad (CB) es igualmente destacable (cercano al 20%).

Los resultados de este ensayo son consistentes con los observados en el ensayo de Rivera, en cual se incluyeron 7 fuentes de semilla, ubicándose el lote de lote de INIA (en ese caso I7) en el primer lugar del ranking de productividad (Balmelli y Methol, 2002).

## CONSIDERACIONES FINALES

Los ensayos de rendimiento instalados permitirán cuantificar en forma precisa las ganancias genéticas reales a ser obtenidas a nivel comercial.

Los resultados obtenidos en etapas tempranas confirman la superioridad de los lotes de INIA sobre varios lotes comerciales de uso común en Uruguay. Debe recordarse que la semilla de INIA utilizada

en este ensayo fue cosechada antes de la última depuración del Huerto Semillero, por lo que la productividad a obtener con la semilla de cosechas posteriores (como las que están disponibles actualmente) sería aun mayor que la reportada en este artículo. Si bien estos resultados deben manejarse con cautela dada la reducida edad de los ensayos, los mismos confirman la efectividad del Plan de Mejoramiento Genético para *E. grandis* que el INIA está desarrollando.

Como se mencionó en el artículo anterior, en primavera de 2003 se realizará la primer cosecha de semilla comercial del Huerto Semillero de segunda generación. Dicha semilla, de la cual lógicamente se espera una ganancia genética adicional, estará disponible para el productor forestal a partir de principios del 2004.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- BALMELLI, G.** 1998. Huertos Semilleros. *En: Mejoramiento Genético de Especies Forestales: Logros y Perspectivas. Serie Actividades de Difusión N°157. INIA-Tacuarembó. pp. 61-71.*
- BALMELLI, G.** 1999. Plan de Mejoramiento Genético para *Eucalyptus grandis*: estrategia; parámetros genéticos y producción de semilla. *En: Avances en Mejoramiento Genético y Manejo de especies de Eucalyptus. Serie Actividades de Difusión N° 189. INIA-Tacuarembó. pp. 31-45.*
- BALMELLI, G.** 2001. Estimación y uso de parámetros genéticos en *Eucalyptus grandis*. Serie Técnica N° 121. INIA. Montevideo. Uruguay. 10 p.
- BALMELLI, G.** 2001. Producción de semilla mejorada de *Eucalyptus grandis*. *En: Seminario de Actualización en Tecnologías Forestales para Areniscas de Tacuarembó y Rivera. Serie Técnica N°123. INIA, Montevideo. Uruguay. pp.89-96.*
- BALMELLI, G. y KUBOTA, M.** 2002. Estimación de parámetros genéticos en la segunda generación de *Eucalyptus grandis* y su utilización para el manejo de la Población Multipropósito. Serie Aftercare Forestal INIA-JICA N°4. Montevideo. Uruguay. 11p.
- BALMELLI, G. y METHOL, R.** 2002. Evaluación temprana de fuentes de semilla comercial de *Eucalyptus grandis*. Serie Aftercare Forestal INIA-JICA N°8. Montevideo. Uruguay. 6p.

### **3. CLONACIÓN Y MEJORAMIENTO GENÉTICO AVANCES EN *Eucalyptus grandis***

Isabel Trujillo<sup>3</sup>

#### **INTRODUCCIÓN**

El reciente desarrollo de la forestación en el Uruguay ha motivado el interés por el mejoramiento genético de las especies mas frecuentemente plantadas. Por esta razón el INIA viene trabajando en esta temática desde el año 1992, logrando importantes avances en alguna de estas especies.

El esquema básico de mejoramiento consta de la evaluación de diferentes orígenes y procedencias de cada especie y la selección recurrente de los mejores individuos, manteniendo dentro de las poblaciones de mejora una amplia variabilidad genética que permita la continuidad del Programa de Mejoramiento.

A partir de los árboles seleccionados por criterios de productividad y de características que mejoran su utilización industrial se instalan huertos semilleros, jardines y bancos clonales con el fin de abastecer al sector con semillas y clones de buen comportamiento en nuestras condiciones.

Para la especie *Eucalyptus grandis* se cuenta a la fecha con un huerto semillero de primera generación en producción, un huerto de segunda generación que este año dará su primer producción comercial y bancos clonales *in vitro* y a campo compuestos de 30 y 150 genotipos selectos respectivamente.

#### **PROPAGACIÓN VEGETATIVA Y MEJORAMIENTO GENÉTICO**

El uso de la propagación vegetativa en los programas de mejoramiento genético es una herramienta muy valiosa y eficaz que permite acelerar los ciclos de mejora y realizar estudios específicos.

Entre las aplicaciones en los programas de mejoramiento genético se destacan:

- ensayos para evaluar la interacción genotipo -ambiente
- instalación de huertos semilleros clonales
- ensayos a nivel de laboratorio para evaluar tempranamente susceptibilidad a factores bióticos y abióticos
- posibilidad de utilizar individuos genéticamente modificados
- conservación de germoplasmas por periodos indefinidos de tiempo.

#### **MÉTODOS DE CLONACIÓN**

Un clon se define como un grupo de individuos genéticamente idénticos que derivan de un solo individuo mediante propagación asexual. Según la teoría de la totipotencia celular todas las especies vegetales podrían clonarse si les ofrecemos las condiciones adecuadas. Esto se debe a que cada célula

---

<sup>3</sup> Ing. Agr. – Programa Nacional Forestal. INIA Tacuarembó – email: mit@inia.org.uy

que compone el individuo tiene la información genética necesaria para originar una nueva planta completa.

Solo es necesario ofrecerle las condiciones para que esta información se exprese de una manera determinada.

Existen diferentes métodos para propagar vegetativamente los árboles selectos y la elección dependerá de las ventajas y desventajas de cada uno y de la infraestructura necesaria.

### **Métodos de micropropagación**

La micropropagación es el cultivo aséptico de material vegetal, bajo condiciones ambientales y nutricionales controladas. 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.

La principal ventaja de estas técnicas es que al desarrollarse en condiciones controladas, se utilizan propágulos de muy pequeño tamaño y es factible obtener gran número de réplicas en un espacio y tiempo limitado.

### **MÉTODOS DE MACROPROPAGACIÓN**

La macropropagación incluye técnicas menos costosas y sofisticadas que la micropropagación donde el principal objetivo es proveerle al propágulo un sistema radicular bien desarrollado y funcional.

Las técnicas de estaca e injerto son las alternativas mas utilizadas y varían básicamente por el origen del sistema radicular del propágulo. En el caso de la estaca se induce la formación de raíces a partir de la base del propágulo y en los injertos el propágulo se une a otra planta que ya posee un sistema radicular desarrollado y funcional.

La ventaja de estas técnicas es la relativa simplicidad de la metodología y la escasa infraestructura necesaria.

### **AVANCES EN LA PROPAGACIÓN VEGETATIVA DE *Eucalyptus grandis***

En el año 1992 se comienza con el Plan de Mejoramiento Genético para esta especie, con la meta de abastecer al mercado local de material de propagación seleccionado (semillas y clones). Las fuentes de semillas que se evalúan provienen de Australia y de plantaciones locales. Para los orígenes locales se seleccionaron rodales comerciales de entre 6 y 10 años de edad, con buen desarrollo y buen estado sanitario y allí se seleccionaron 120 árboles plus utilizando criterios de productividad y forma. De estos árboles selectos se cosecho semilla para su evaluación mediante pruebas de progenie y material vegetativo para su propagación. Debido a la edad de los árboles selectos y a la imposibilidad de tronchar los árboles para el rejuvenecimiento de los tejidos se consideró apropiado utilizar la técnica de micropropagación.

En 1993-1994 se lleva adelante un proyecto FPTA (Fondo de Promoción de Tecnología Agropecuaria) con Facultad de Agronomía donde se logra la micropropagación de aproximadamente 30 árboles plus. Con las replicas de estos clones se instala un jardín clonal y un banco clonal *in vitro*. El jardín clonal

se maneja con el objetivo de formar estaqueros para la producción de estacas y el banco clonal *in vitro* es mantenido como reserva de germoplasma.

En el año 2000 se lleva a cabo una segunda etapa de selección para esta especie, seleccionándose los mejores individuos dentro de la red de ensayos (ensayos de especies, orígenes y pruebas de progenies) instalada por INIA. Los criterios de selección utilizados fueron productividad, forma y características de la madera (densidad y tensiones de crecimiento). En esta etapa se seleccionaron 500 árboles y se propagaron mediante injerto aproximadamente 200 de ellos. Los injertos fueron instalados en un banco clonal con el objetivo de ser utilizados como fuente de material para introducir *in vitro* y como reserva de los genotipos selectos. Esta reserva de genotipos nos permite tronchar los árboles que fueron seleccionados en el campo y propagarlos mediante estaca eliminando la posibilidad de perder genotipos superiores.

Es así que actualmente se viene trabajando en la propagación de los individuos selectos utilizando las técnicas de micropropagación (se introduce material *in vitro* proveniente de los injertos) y macropropagación (se tronchan en el campo los árboles selectos) lo que permite ir avanzando con mayor rapidez. Luego que se logran obtener replicas viables de cada árbol seleccionado, algunas de ellas se instalan en jardines clonales, a campo o en maceta, para ser manejadas como pies madres. A partir de estos pies madres se trabaja con la técnica de estaca con el objetivo de evaluar la facilidad de enraizamiento del clon y obtener plántulas para los test clonales y los bloques fundación (unidad de venta y multiplicación).

En los test clonales se evalúa el comportamiento del clon en condiciones de campo y se verifica que mantenga las características por las que fue seleccionado.

Actualmente el INIA cuenta con bloques fundación para 9 clones que serán puestos a disposición de los productores a la brevedad y con un test clonal de reciente instalación. Cada uno de estos clones cuenta con información precisa de su origen y características por las que fue seleccionado.

## **CONCLUSIONES**

Mediante la propagación vegetativa de árboles superiores se logran rápidos avances en el mejoramiento genético de las especies y se agiliza la obtención de genotipos superiores por parte de los productores.

El Programa Forestal dispone de la metodología y las instalaciones necesarias para poder clonar los árboles selectos producto de su Programa de Mejoramiento Genético y de esta manera poner a disposición de los productores bloques fundación para su posterior multiplicación.

Desde el punto de vista metodológico los factores mas determinantes para el éxito de la clonación son: el estado nutricional de la planta que se quiere propagar y las condiciones ambientales que se le ofrece a los propágulos.

Para la propagación mediante estacas, se obtienen buenos porcentajes de enraizamiento si se lleva adelante un esquema intensivo de fertilización de las plantas madres y se mantienen los propágulos en condiciones de alta humedad y temperaturas de entre 20-25 °C .

En el caso de las técnicas de micropropagación el éxito esta directamente relacionado con el estado de maduración de los tejidos y en muchos casos es necesario hacer varios subcultivos que rejuvenezcan el material antes de obtener plántulas viables.

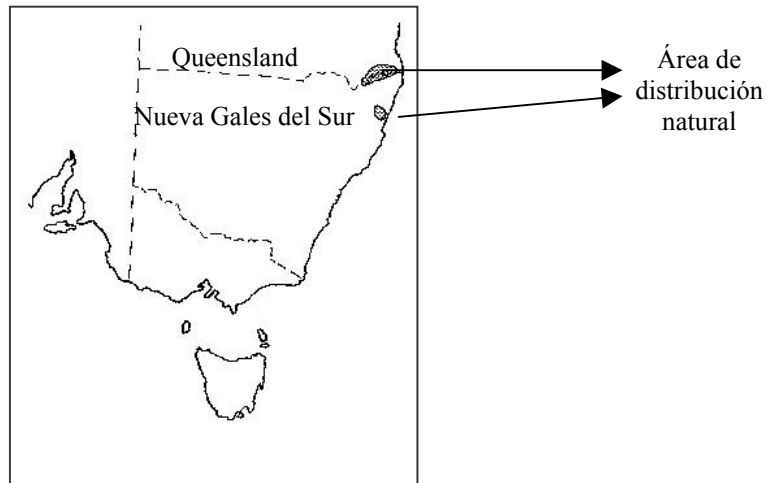
El uso conjunto y alternativo de varias técnicas de propagación vegetativa permiten avanzar mas rápidamente en la clonación de los genotipos selectos y así acelerar el proceso de liberación y testaje de clones.

#### 4. EVALUACION DE VARIAS FUENTES DE SEMILLA DE *Eucalyptus dunnii*

Fernando Resquín<sup>4</sup>

##### INTRODUCCIÓN

*Eucalyptus dunnii* Maiden es una especie originaria de un área relativamente restringida en el noreste del estado de Nueva Gales del Sur y en el sudeste del estado de Queensland del continente australiano (FAO, 1979).



Fuente: Brooker y Kleinig, 1990

La madera en general ha sido usada para aserrado aunque existen algunas experiencias que muestran que tiene una calidad aceptable para la fabricación de papel. Por otro lado es una especie de rápido crecimiento además de ser resistente a las bajas temperaturas (FAO, 1979).

En los últimos años ha existido un interés creciente en cuanto a la superficie plantada tanto en Sudáfrica como en los países de la región. Los materiales plantados a nivel comercial han mostrado buena adaptación reflejada en los valores de crecimiento. En cuanto a las características de la madera para la producción de pulpa varios resultados de laboratorio indican que es una especie con una densidad básica y rendimiento en pulpa relativamente altos y buenas propiedades del papel comparados con otras especies de *Eucalyptus* (Backman y García De León, 1998; De Mello, Fernández y Soria, 2000).

El objetivo de este trabajo es evaluar el comportamiento productivo de diferentes fuentes de semilla u orígenes de *Eucalyptus dunnii* en un suelo de la zona 8.

<sup>4</sup> Ing. Agr.(M.Sc.) Programa Nacional Forestal – INIA Tacuarembó email: nando@inia.org.uy

## MATERIALES Y MÉTODOS

En el otoño del año 1999 fueron instalados 4 ensayos de orígenes y progenies, uno de los cuales fue instalado en zona 8, próximo a El Carmen. Las características del ensayo y la lista de los materiales evaluados son presentados en los cuadros 1 y 2 respectivamente.

**Cuadro 1.** Características del ensayo.

Diseño	BCA 25 Repeticiones
Parcela	1 planta
Distancia	3 x 2 m.
Densidad	1666
Fertilización	50 gr. 20-40-0
Tipo de suelo	8.02a
Superficie	9450 m <sup>2</sup>

**Cuadro 2.** Características de los materiales evaluados.

Origen No.	Localidad		Lat.	Long.	Alt.	No. Prog.
17865	Spicers Gap	QLD <sup>5</sup>	28.04	152.22	650	4
17914	Teviot Falls SF	QLD	28.13	152.32	360	5
17915	Koreelah SF	NSW <sup>6</sup>	28.16	152.28	625	6
17917	Koreelah SF	NSW	28.18	152.3	575	7
17916	Koreelah SF	NSW	28.19	152.3	710	5
18756	Acacia Creek Nr Legume	NSW	28.24	152.2	675	4
Comercial	Acacia Creek	NSW	28.24	152.2	675	
18264	Yabbra Plains RD	NSW	28.37	152.29	500	9
17921	Richmond Range SF	NSW	28.4	152.43	300	5
17922	Moleton	NSW	30.05	152.54	420	5
17555	Moleton Kangaroo SF	NSW	30.05	152.54	420	
18740	Moleton	NSW	30.09	152.53	500	5
A.P.S. <sup>7</sup>	Balcarce-Argentina <sup>8</sup>					

## MEDICIONES

Se midió la altura al primero año y la altura total junto con el DAP al tercer año de instalado el ensayo. Con los datos de la última medición (2002) se calculo la sobrevivencia y el volumen total con corteza por hectárea usando un factor de forma de 0.4.

## RESULTADOS

<sup>5</sup> Queensland, Australia

<sup>6</sup> Nueva Gales del Sur, Australia

<sup>7</sup> Área de producción de semilla

<sup>8</sup> Procedente de Dead Horse Track, NSW.



En el cuadro 3 se presentan los resultados de altura, DAP, sobrevivencia y volumen/hectárea/año al tercer año de cada uno de los orígenes evaluados. A pesar que los materiales en evaluación provienen de un área lo suficientemente pequeña como para pensar que no existiera una gran variabilidad genética, los resultados de crecimiento y sobrevivencia obtenidos muestran una gran dispersión fundamentalmente para este último parámetro. Estos resultados coinciden con anteriores evaluaciones de esta especie con árboles de 5 años de edad (Balmelli y Resquin, 2000).

La sobrevivencia junto con el DAP explican la mayor parte de la variación obtenida en el volumen por hectárea. Los valores de altura son relativamente similares para todos los orígenes evaluados. Los valores de sobrevivencia pueden considerarse como muy altos en la mayoría de los casos.

Los orígenes de mayor crecimiento son del área de producción de semilla de Balcarce-Argentina y el 18740 de Moleton-Australia con un IMA aproximado de 29 y 27 m<sup>3</sup> respectivamente. De todas maneras los valores de IMA obtenidos en general son relativamente altos teniendo en cuenta la corta edad de los árboles asumiendo que los mismos pueden aumentar en etapas posteriores de la plantación.

**Cuadro 3.** Valores de altura, DAP, Sobrevivencia y Volumen/ha/año de los orígenes evaluados.

<b>Origen No.</b>	<b>Localidad</b>		<b>Altura m.</b>	<b>DAP cm.</b>	<b>Sob. %</b>	<b>Vol/ha/año m<sup>3</sup></b>
A. produc.	Balcarce-Argentina		10.7	12.5	96	28.7
18740	Moleton	NSW	10.9	12.0	92	26.6
17916	Koreelah SF	NSW	10.1	11.2	90	21.6
17921	Richmond Range SF	NSW	10.1	11.5	86	21.3
18264	Yabbra Plains RD	NSW	10.3	11.0	90	21.2
17915	Koreelah SF	NSW	10.2	11.0	89	20.9
18756	Acacia Creek Nr Legume	NSW	10.1	10.7	82	18.2
17922	Moleton	NSW	9.9	10.7	85	18.2
17555	Moleton Kangaroo SF	NSW	10.1	10.7	80	17.0
17914	Teviot Falls SF	QLD	9.9	10.3	86	16.9
17865	Spicers Gap	QLD	10.2	10.8	73	16.8
17917	Koreelah SF	NSW	9.7	10.4	78	16.7
Comercial	Acacia Creek	NSW	9.7	9.8	88	15.3

Con los orígenes de Moleton, koreelah y Acacia Creek se observa que los diferentes lotes de semilla que lo componen tienen comportamientos sensiblemente diferentes entre sí en todos los parámetros evaluados.

## CONCLUSIONES

A diferencia de los resultados presentados en la bibliografía, en esta evaluación se observa que los orígenes evaluados tienen valores de crecimiento marcadamente diferentes entre sí. El origen de mayor crecimiento supera casi en un 200% al de peor comportamiento, lo cual marca en forma notoria la importancia de la elección de la fuente de semilla.

A pesar de las diferencias observadas los valores de crecimiento obtenidos son relativamente altos. De esta evaluación surge que dentro de una misma región pueden manifestarse importantes diferencias en el comportamiento productivo de los orígenes provenientes de la misma.

**BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**

- Backman, M.; García de León, J.** 1998. Pulp and paper properties of four' year old *Eucalyptus* trees for early species selection. 52 nd Appita Annual General Conference. Proceedings. Volume 1. 7-14p.
- Balmelli, G.; Resquin, F.**2000. Evaluación de especies de *Eucalyptus* al quinto año. Serie Técnica 114. INIA Tacuarembó. 23p.
- Brroker, M.; Kleinig, D.** 1990. Field Guide to Eucalypts: Volume 2. 299 p.
- De Mello, J.; Fernández, R. y Soria, L.** 2000. Aptitud papelera de cuatro especies de *Eucalyptus*: *E.grandis*, *E.dunnii*, *E.viminalis* y *E.badjensis*. Tesis Facultad de Agronomía. 70p.
- FAO Forestry Series. 1979. Eucalypts for planting. 679.p.

**5. ENSAYO DE PROCEDENCIAS DE *PINUS TAEDA* EN SUELOS 8 DE LA ZONA DE ARÉVALO, CERRO LARGO**

Ricardo Methol<sup>9</sup>

Ante la demanda del Grupo de Trabajo Forestal expresada en su sesión del 16 de Agosto de 2001, de instalar ensayos de evaluación de procedencias de pinos en la Zona CIDE 8, se instaló en Octubre de 2002 un ensayo que se describe brevemente a continuación.

El ensayo fue instalado en el campo de la Caja de Profesionales Universitarios ubicado en el paraje Arévalo, Cerro Largo. Un ensayo similar fue instalado en Santa Clara del Olimar (Treinta y Tres) sobre suelos 2. Las plantas fueron producidas en el vivero de Colonvade S.A. empresa que también suministró algunas de las procedencias en evaluación.

Se evalúan 10 procedencias de *Pinus taeda* provenientes de huertos semilleros de primera generación de la zona de origen de esta especie (sureste de los Estados Unidos), de África y de Uruguay (Bañados de Medina). La lista de procedencias evaluadas se presenta en el siguiente cuadro.

<b>Código</b>	<b>Procedencia</b>	<b>Observaciones</b>
<b>FL</b>	Marion, Florida, USA	Container Corporation (selección para pulpa)
<b>MO</b>	Mondi, Sudáfrica	
<b>AK</b>	Arkansas, USA	Texas Forest Service
<b>TX</b>	SE Texas, USA	Temple-Inland Orchard. Jasper
<b>GH</b>	Gulf Hammock, Florida, USA	
<b>LO</b>	Louisiana, USA	
<b>ZB</b>	Zimbawe	
<b>BM</b>	Bañados de Medina	Facultad de Agronomía - Cosecha 2001
<b>SA</b>	SAFCOL	
<b>CS</b>	Coastal plains, USA	

El diseño experimental del ensayo es de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las parcelas son relativamente grandes (40 plantas en 8 filas de 5) de manera de poder evaluar el comportamiento de cada procedencia creciendo en condiciones similares a las de una plantación comercial.

Semanas atrás, a los 8 meses de instalado el ensayo, se realizó la primer evaluación de altura y prendimiento. Los resultados, dada la muy temprana edad del ensayo, se presentan meramente a efectos descriptivos de la totalidad del ensayo.

<b>Procedencia</b>	<b>Altura</b>	<b>Sobrevivencia</b>
GH	0.651	83.1%
ZB	0.634	97.5%

<sup>9</sup> Ing. Agr. (Ph.D.) Programa Nacional Forestal - INIA Tacuarembó email: rmethod@inia.org.uy

FL	0.623	93.1%
SA	0.619	95.0%
CS	0.611	95.6%
MO	0.610	93.1%
LO	0.606	94.4%
BM	0.574	91.3%
TX	0.546	94.4%
AK	0.424	76.3%
Promedio ensayo	0.590	91.1%

## **APORTES DEL PROYECTO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA - SOCODEVI**

### **1. RESULTADOS DE CRECIMIENTO DE MONTES DEL GÉNERO *Eucalyptus* DE PRODUCTORES DE LOS DEPARTAMENTOS DE DURAZNO Y CERRO LARGO**

## INTRODUCCIÓN

En el marco del Proyecto de Transferencia Tecnológica para el sector forestal llevado adelante por la organización canadiense SOCODEVI, se ejecutó un inventario de las plantaciones pertenecientes a los socios de la Asociación de Forestal del Centro (AFC) y la Asociación de Forestadores de Cerro Largo (AFCL). Teniendo en cuenta la importancia que tiene a la hora de planificar la disponibilidad de materia prima para la instalación de una industria de transformación de la madera se consideró de suma importancia la posibilidad de monitorear el desarrollo de los montes medidos. Es así que se procedió a la instalación de 10 transectas con 10 parcelas cada una, para cada una de las asociaciones. En este resumen se presentan los alcances metodológicos, los resultados obtenidos y algunas consideraciones técnicas acerca de la primera repetición en la toma de medidas de estas unidades de muestreo.

## METODOLOGÍA

Las primeras medidas se llevaron adelante cuando se ejecutó el inventario. Este se realizó entre los meses de diciembre de 2001 y enero de 2002 para los predios de la AFC y en febrero de 2002 para los predios correspondientes a los socios de la AFCL. Esta situación determinó que las siguientes mediciones se realizaran en la misma época de los años subsiguientes.

Del mismo modo las características de las unidades muestrales usadas en el inventario debían de seguir el mismo patrón si se quería comparar los volúmenes año a año y por lo tanto tener valores de crecimiento. Para ello se tomaron transectas que cortaban, en lo posible la mayor variación del rodal muestreado. Una vez planteada la transecta se distribuían de manera equidistante 10 parcelas circulares de 100 m<sup>2</sup> (de 5,64 m de radio). En todos los casos se anotaba el punto de inicio con sus coordenadas georreferenciadas, la inclinación de la transecta con respecto al norte magnético y las distancia entre parcelas. En cada parcela se medía todos los diámetros a la altura del pecho (1,30 m del suelo) de cada uno de los árboles iguales o mayores a 5 cm y la altura del mayor y de un individuo codominante y del mayor y un dominado en forma alternada. Tomando como unidad muestral a la transecta con estos datos se realizaron los cálculos de gabinete que permitían determinar volúmenes. Esta misma metodología se utilizó para la primer medida de las parcelas permanentes.

En el inventario se realizó una estratificación para el análisis de los resultados según la altura de los rodales y por grupos de especies, según su objetivo. A continuación se presenta el detalle de la misma.

1. Pinos: todos de	1 a 4m	P -1
2. Pinos: todos de	5m y más	P -2
3. Eucaliptos todos de	1 a 4m	E -1
4. Eucaliptos todos de	5 a 9m	E -2
5. <i>E. grandis, saligna y dunii</i> (aserradero)	10 a 14m	EA -3
6. <i>E. grandis, saligna y dunii</i> (aserradero)	15m y más	EA -4

<sup>10</sup> Ing. Agr.(M.Sc.) Técnico de SOCODEVI – email: aberterr@ucu.edu.uy

- |   |          |       |
|---|----------|-------|
| 7. <i>E. globulus, maidenii y viminialis</i><br>(pulpa) | 10 a 14m | EP -3 |
| 8. <i>E. globulus, maidenii y viminialis</i><br>(pulpa) | 15 y más | EP -4 |

De estos estratos se tomaron para el estudio de mediciones seriadas sólo los cinco últimos de la lista. La cantidad de unidades muestrales en cada uno se distribuyó según la importancia relativa que tenía cada estrato en base a su superficie en cada asociación. Para definir que muestras del inventario iban a seguir midiéndose año a año se tomó como variable el volumen/hectárea promedio de cada estrato y así se tomaron las transectas más próximas a este promedio.

Luego de ubicadas y remarcadas transectas y parcelas se realizaron los análisis correspondientes a nivel de gabinete. Cabe acotar que para el cálculo de volumen se utilizó el factor de forma que para cada estrato se extrajo de una muestra total de 128 árboles, trabajo este que se realizó en el marco del inventario. Se presenta a continuación los valores que se refieren al cálculo de volumen con corteza hasta los 5 cm del árbol y tomando como base de altura la altura total.

Clases diamétricas	ESTRATOS					
	EP 2	EP 3	EP 4	EA 2	EA 3	EA 4
5 - 9 cm	0,55	0,42		0,63	0,40	
10 - 14 cm	0,37	0,47	0,48	0,41	0,43	0,46
15 - 19 cm		0,45	0,48		0,43	0,40
20 - 24 cm		0,45	0,48		0,42	0,42
25 y más		0,35	0,44		0,38	0,40

## RESULTADOS

A continuación se presenta una tabla con la descripción de las transectas utilizadas para la obtención de datos y los primeros resultados de las dos primeras mediciones consecutivas.

Parcelas Permanentes correspondientes a productores de Durazno.

Código del Predio	Estrato original en el inventario del 2001	Coordenadas georreferenciadas del punto de inicio	Densidad en el inventario	Densidad en la segunda medición	Volumen en el inventario	Volumen en la segunda medición	ICA (m <sup>3</sup> /ha)
Q4	EP2	S 33°20'16,7" W 056°10'57,3"	800 arb/ha	810 arb/ha	38,9 m <sup>3</sup> /ha	57,1 m <sup>3</sup> /ha	18,2
Q4	EA3	S 33°20'15,5" W 056°10'59,5"	1140 arb/ha	1150 arb/ha	73 m <sup>3</sup> /ha	132 m <sup>3</sup> /ha	59
Q5	EA4	S 33°18'14" W 056°10'08,2"	660 arb/ha	600 arb/ha	149 m <sup>3</sup> /ha	191 m <sup>3</sup> /ha	42

Q16	EP4	S 33°13'52,7" W 055°57'06,7"	990 arb/ha	980 arb/ha	114 m <sup>3</sup> /ha	183 m <sup>3</sup> /ha	69
Q17	EA3	S 33°14'33,4" W 055°59'44,0"	920 arb/ha	920 arb/ha	83 m <sup>3</sup> /ha	149 m <sup>3</sup> /ha	66
Q23	EP2	S 33°16'52,2" W 056°04'48,0"	1360 arb/ha	1360 arb/ha	45 m <sup>3</sup> /ha	77 m <sup>3</sup> /ha	32
Q28	EA4	S 33°18'34,1" W 056°05'58,7"	900 arb/ha	900 arb/ha	153 m <sup>3</sup> /ha	209 m <sup>3</sup> /ha	56
Q32	EA4	No se obtuvo	910 arb/ha	775 arb/ha	145 m <sup>3</sup> /ha	180 m <sup>3</sup> /ha	35
Q48	EP4	S 33°00'01,2" W 055°35'06,9"	670 arb/ha	660 arb/ha	194 m <sup>3</sup> /ha	228 m <sup>3</sup> /ha	34
Q63	EA3	S 33°09'25,6" W 055°47'43,1"	1270 arb/ha	1280 arb/ha	228 m <sup>3</sup> /ha	268 m <sup>3</sup> /ha	40

**Parcelas Permanentes correspondientes a productores de Cerro Largo.**

Código del Predio	Estrato original en el inventario del 2001	Coordenadas georreferenciadas del punto de inicio	Densidad en el inventario	Densidad en la segunda medición	Volumen en el inventario	Volumen en la segunda medición	ICA (m <sup>3</sup> /ha)
E69	EA2	S 32°45'01,8" W 055°12'02,3"	850 arb/ha	900 arb/ha	38 m <sup>3</sup> /ha	86 m <sup>3</sup> /ha	48
E69	EA3	S 32°44'36,0" W 055°12'44,3"	990 arb/ha	1030 arb/ha	59 m <sup>3</sup> /ha	138 m <sup>3</sup> /ha	79
E72	EA3	S 32°40'52,6" W 055°15'29,5"	870 arb/ha	910 arb/ha	48 m <sup>3</sup> /ha	123 m <sup>3</sup> /ha	75
E80	EP3-3	S 32°35'14,0" W 055°16'17,0"	970 arb/ha	1010 arb/ha	48 m <sup>3</sup> /ha	124 m <sup>3</sup> /ha	76
E80	EP3-5	S 32°35'26,6" W 055°09'10,0"	920 arb/ha	940 arb/ha	76 m <sup>3</sup> /ha	133 m <sup>3</sup> /ha	57
E80	EP3-2	S 32°34'08,0" W 055°09'51,0"	920 arb/ha	910 arb/ha	76 m <sup>3</sup> /ha	139 m <sup>3</sup> /ha	63
E85	EA4	S 32°34'08,6" W 055°02'42,7"	790 arb/ha	910 arb/ha	188 m <sup>3</sup> /ha	244 m <sup>3</sup> /ha	56
E87-Ch	EA4	S 32°38'31,2" W 054°56'10,5"	660 arb/ha	650 arb/ha	65 m <sup>3</sup> /ha	131 m <sup>3</sup> /ha	66
E87-G	EP4	S 32°39'47,1" W 054°54'48,8"	900 arb/ha	870 arb/ha	234 m <sup>3</sup> /ha	290 m <sup>3</sup> /ha	56
E87-M	EA2	S 32°37'16,6" W 054°57'47,2"	720 arb/ha	870 arb/ha	13 m <sup>3</sup> /ha	53 m <sup>3</sup> /ha	40

A partir de estos resultados que aparecen en la tabla que antecede se debe de realizar algunas aclaraciones. En primer lugar las diferencias de densidad entre la primera y segunda medición puede deberse alguna de las siguientes causas, las cuales para cada caso están bien identificadas. En algunos casos, cuando en la segunda medición aparece menor N° de árboles puede deberse a dos causas: la muerte en pie de algún individuo o el rodal fue sujeto a un raleo y las parcelas permanentes fueron afectadas por el manejo. En los casos que sucede lo inverso, es decir que en la segunda medición da más individuos que en la primera se trata de árboles que en la primera instancia no llegaban a los 5 cm a la altura del pecho y que un año después tenían ese diámetro o más y empezaron a ser considerados como parte de la población.

**DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES**

De los resultados obtenidos se pueden realizar algunas consideraciones. Se puede afirmar que se está frente a un crecimiento anual extraordinario en todos los casos. En particular esto sucede en las poblaciones de *E. grandis* donde se lograron medir tanto incrementos diametrales como en altura verdaderamente llamativos. En dos mediciones consecutivas se tiene la medida de un año, que en este caso fue particular. Máxime si se tiene en cuenta que los Incrementos Medios Anuales para esta región para el grupo de los *Eucalyptus* para pulpa (*globulus*, *maidenii* y *viminalis*) y para los aserrables (*grandis*, *saligna* y *dunii*) calculado para el inventario fue de 14,3 y 19,2 m<sup>3</sup>/ha/año respectivamente.

Es claro que los valores de Incremento Corriente pueden ser puntualmente superiores a los del IMA según la etapa de crecimiento de los rodales. Pero las causas de este crecimiento tan importante también se debe de buscar en otros factores. En el año 2002 casi no hubo efectos del invierno sobre el crecimiento, y salvo algunas heladas que afectaron algunos montes jóvenes (principalmente de *E. globulus*), la mayoría de los rodales no dejaron de crecer en esta estación, como pasa habitualmente. Por otro lado la cantidad de precipitación fue particularmente alta, superando los 2000 mm. Esto determinó un efecto de crecimiento explosivo de los montes que posiblemente sea puntual y no se mantenga a lo largo de la vida de los mismos. Otro elemento a tener en cuenta es el límite inferior de 5 cm que se tomó para considerar a los individuos a medir. Esto implicó un aumento de la densidad del rodal producto de que nuevos arbolitos se sumaban al volumen en pie y por lo tanto hacían subir aún más un ya alto incremento corriente anual.

Por todo lo anterior se sugiere la continuidad de las mediciones donde se va a poder llevar un registro de las condiciones de crecimiento de cada año, que entre otras cosas permitirá ir ajustando cada vez más la herramienta del simulador. Será conveniente en un futuro, ya que muchos de estos rodales serán raleados, tener un conocimiento de estas actividades sobre aquellos que presentan parcelas permanentes y poder analizar así los efectos de este manejo sobre las diferencias de volumen y área basal. También se sugiere aumentar la parcela (tomando el mismo centro) a una superficie de 200 m<sup>2</sup> (radio de 7,98 m). Esto permitirá un mayor ajuste y precisión de los datos obtenidos y evitar desviaciones por los efectos de la disminución de individuos como consecuencia de los raleos.

## **2. ESCENARIOS SILVÍCOLAS PROPUESTOS PARA RODALES DE *E. grandis* EN EL MARCO DEL PROYECTO TTF CON LA AFCL Y AFC: EXPERIENCIAS DESARROLLADAS.**

Andrés Berterreche

### **INTRODUCCIÓN**

Las plantaciones forestales comerciales en el Uruguay se basaron principalmente en el género *Eucalyptus*, teniendo una importancia relativa en superficie forestada de más del 60 % del total de las plantaciones realizadas desde el año 1989, año de promulgación de la ley forestal, hasta la fecha. Inicialmente los objetivos de producción para estos bosques artificiales fueron los de tener biomasa para combustible y para la fabricación de pulpa celulósica.



El cambio de la estrategia a nivel país en relación a la energía así como la baja de los valores internacionales para la madera para pulpa, y en particular para el *E. grandis*, determinó que se fuera en busca de nuevos objetivos para las plantaciones de esta especie. Sus buenas características tecnológicas en relación al resto de las especies del género, así como su buena performance en el uso, determinó que muchas de estas plantaciones fueran cambiando en su objetivo hacia el de madera aserrada. Sin embargo, para que esto sea posible hay que realizar manejos silvícolas que apunten a obtener madera de calidad. Estos manejos silvícolas están referidos a podas y raleos que permitan en turnos de 16 a 22 años una proporción importante de madera libre de nudos.

Esta realidad no escapa a la situación de los bosques de *E. grandis* de la región de suelos 8, más precisamente a las zonas correspondientes a los departamentos de Durazno y Cerro Largo.

Dentro del proyecto de Transferencia de Tecnología Forestal para Asociaciones y Cooperativas, llevado adelante por la organización canadiense SOCODEVI, se planteó una serie de manejos que permitieran homogeneizar los mismos para poder ofrecer un producto de similar característica a la hora de abastecer una planta industrial. Estas consideraciones de manejo son también producto del intercambio con productores de ambas Asociaciones.

### **Los escenarios del manejo forestal**

En esta sección se hará referencia a los distintos manejos silvícolas para la obtención de madera de calidad con destino aserrable. Para el caso de la madera con destino pulpa no se prevén realizar manejos más allá de los correspondientes a la instalación, mantenimiento y cosecha del bosque.

Para la selección de los modelos de manejo silvicultural se partió de ciertas premisas que posibilitaran la toma de decisiones a partir de los objetivos del proyecto. A continuación se pasan a enumerar.

- a. La aplicación de los modelos debe significar no sólo la obtención de madera de calidad como un fin en sí mismo sino que debía rentabilizarse para el productor. Las opciones consideradas debían de tener mercados para esos productos en el marco del emprendimiento industrial y tender a la maximización del beneficio económico medido en la rentabilidad para el productor.
- b. Mediante estos modelos se debería viabilizar la capacidad industrial, la que requiere una cantidad importante de madera de calidad (podada), para que su operativa sea sustentable económicamente en el tiempo.
- c. Previendo que no siempre las posibilidades del productor y su capacidad de inversión son ilimitadas se plantean varios modelos, con cierta flexibilidad, para realizar manejos más o menos intensivos de acuerdo a su disponibilidad de capital y su capacidad de asumir riesgos.
- d. Se estableció como altura mínima de poda 3,0 m. y como altura máxima 11,0 m. Esto no significa que puedan haber productores que aumenten la altura de las podas y reciban un plus de precio por ello, pero los escenarios deben acotarse a situaciones que puedan cumplir una buena parte de los productores y 11,0 m se consideró como posible.
- e. Como se parte de una realidad de hecho, las medidas propuestas van a estar en relación a la situación presente en cada situación de monte. De todas maneras, en cualquiera de los

escenarios utilizados los rodales más retrasados en sus manejos deberán igualarse en el año de aplicación del plan.

- f. La densidad inicial de plantación puede bajar en función de los paquetes tecnológicos como el uso de plantas clonales. En este caso, se necesitaría un ajuste a los escenarios silvícolas tomando en cuenta las tazas correspondientes de las plantas clonales.

Los modelos seleccionados se presentan a continuación en los cuadros que siguen. Los mismos están dispuestos según su intensidad y referidos a los estratos a los que se aplicarán.

Densidad Inicial	Densidad final	Altura mínima de poda baja	Altura de poda exigible
1000 – 1250 pl/ha	250-350 pl/ha	3,00 metros	6,00 metros

**Modelo I INTENSIVO**

Edad	N° de plantas/ha al inicio del período	N° de plantas/ha al final del período	Altura de poda(m)
0 – 3	1.250 - 1000	750	3.00
4 – 5	750	500	6.00
10 – 12	500	250	11.0
18 – 20	Cosecha		

**Modelo II MEDIO INTENSIVO**

Edad	N° de plantas/ha al inicio del período	N° de plantas/ha al final del período	Altura de poda (m)
0 – 3	1.250 - 1000	750	3.00
4 – 5	750	350	6.00
6 – 8	350	350	8.00
20 – 22	Cosecha		

**Modelo III MENOS INTENSIVO**

Edad	N° de plantas/ha al inicio del período	N° de plantas/ha al final del período	Altura de poda (m)
0 – 3	1250 - 1000	750	3.00
4 – 5	750	450	6.00
13-15	450	250	Libre decisión
22 – 25	Cosecha		

**Problemática y análisis de un ejemplo de aplicación**

A pesar de que estos modelos de manejo fueron diseñados con la participación de algunos productores, y que se buscó la máxima flexibilidad para la aplicación de los mismos, se encontró dificultades para su aplicación en terreno. Si bien algunos productores ya lo estaban practicando o estaba en su planificación silvícola, una buena parte de los productores se mostró reticente a su ejecución.

Las causas deben de buscarse en múltiples consideraciones. En primer lugar como se planteó al principio de este trabajo muchas de estas plantaciones habían sido pensadas con el objetivo original de madera para pulpa. Esto implicaba turnos más cortos y la ausencia de intervenciones silvícolas intermedias como las podas y los raleos. Esto determinaba que la planificación financiera carecía de esos desembolsos y preveía retornos en forma anterior, hecho que dificultaba la toma de decisiones respecto a las intervenciones actualmente consideradas. En segundo lugar, la realidad financiera aún de los productores que habían realizado las plantaciones con el objetivo de la obtención de madera aserrada era particularmente difícil. Se agregaba a esto la baja en los precios de los productos posibles a extraer de los raleos comerciales, la falta de estímulos y expectativas de los valores futuros que se podrían lograr si se consideraban los precios actuales pagados por madera para aserrar. En síntesis, no se veían las ventajas de un procedimiento que involucraba costos adicionales.

Por todo ello es que se presenta un ejemplo del manejo parcial realizado por un productor de Cerro Largo sobre una parte de su monte y que sirve, a modo de ilustración general, para mostrar los beneficios desde el punto de vista productivo de la aplicación de un manejo silvícola concreto.

Se debe de dejar claro que la presente experiencia no es parte de un ensayo de carácter científico sino la simple aplicación práctica de un manejo silvícola en parte de un rodal. Para ello se tomó el sector de mejor crecimiento del monte, por lo que la comparación siempre será de carácter relativo.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en los dos sectores del rodal original (con y sin manejo). Este rodal se plantó originalmente con 1111 plantas por hectárea en 1995, en la misma época de plantación y con las mismas plantas del mismo origen. Por lo tanto los resultados son sólo adjudicables al sitio y al manejo realizado.

<b>Unidades de Manejo</b>	<b>Poda anterior (Fecha y Altura)</b>	<b>Raleo anterior (Fecha y densidad final)</b>	<b>Dens. Actual Pl/ha</b>	<b>AB/ha</b>	<b>H media dominante</b>	<b>Volume n /ha</b>	<b>IMA</b>
Sin manejo	Año 2000/4,5 m	-	730	20,1	21	177	22,1
Con manejo	Año 2000/6,0 m	Año2000/ 600 arb/ha	510	24,4	27,3	283	35,4

Las densidades actuales demuestran que ésta ha sido una plantación que ha tenido problemas de mortalidad de individuos lo que la ha llevado a tener un efecto de raleo producido por causas naturales. Esto ha determinado que en el caso de la población con manejo se aproxime bastante al escenario más conservador de los propuestos. Evidentemente el sitio de la parte manejada es sensiblemente superior al resto ya que la altura media dominante, que es un indicador de la calidad del sitio, es claramente superior. Al mismo tiempo, y a pesar de apenas haber alcanzado los tres años después del raleo, el área basal de ambos está demostrando que no sólo ha logrado mantener este parámetro sino que a pesar de haberle retirado un porcentaje cercano a un tercio del total de los árboles la zona a la que se aplicó un raleo selectivo superó el área basal de la no manejada.

El volumen en pie no sólo es superior después de tres años de retirados los árboles por efectos de la calidad de sitio, ya que el área basal, que está más involucrado como indicador a la densidad de la población, es un 20 % superior. Hay que recalcar que al realizar el raleo en el año 2000 a igualdad de condiciones el área basal del rodal manejado sufrió una disminución que fue compensada y hasta superó el valor de este indicador en el rodal no raleado. Esto implicaría que la recuperación del monte fue de tal magnitud que aún habiendo realizado una extracción de madera el volumen a tres años ya se recuperaría y sobrepasaría al caso de un monte no raleado.

A esto se le debe de sumar que el valor de la madera de uno y otro monte es diferente en el entendido que el monte al que se le aplicó el manejo no solo tiene diámetros más grandes (25 cm de diámetro promedio en el manejado contra 19 cm promedio del testigo) sino que además el aumento de este diámetro está asociado a los efectos de una poda, por lo que se debería obtener un mayor valor de este monte en pie por la obtención de un mayor nivel de madera libre de nudos.

## **CONSIDERACIONES FINALES**

Ante la duda sobre si es conveniente realizar los raleos ante esta situación de baja en los mercados de la madera y la incertidumbre futura parecería recomendable realizarla porque como se pudo ver en el ejemplo la respuesta del monte justifica la madera que queda en pie. Al día de hoy no puede saberse en el mercado nacional cuál es el plus por la madera de calidad, así que en el peor escenario se debería de pensar en que tendría el mismo valor que la madera sin el raleo (no se tendría mejor precio por mayores diámetros y por una mayor cantidad de madera libre de nudos, aunque siempre considerando madera podada) de todas maneras se podría llegar a producir un mayor volumen.

En rodales de estas características estos raleos comerciales deberían autofinanciarse y financiar la poda consiguiente. En este marco es sin lugar a dudas una mejor decisión la ejecución de estos manejos que el escenario sin intervenciones silvícolas del rodal. Debe de esperarse que las condiciones internas y externas vayan mejorando, previendo un aumento de la importancia del aserrado de los raleos comerciales, que redundaría en un mejor precio de estos productos y permitiría una ecuación que no dejara dudas al productor en que la mejor opción es la intervención de los rodales.

Los escenarios de manejo propuesto si bien son exigentes pueden ser cumplidos. Al menos en el caso de la propuesta menos exigente se pudo ver un ejemplo práctico que se acerca a la misma y con resultados de volumen en pie que supera al volumen del rodal sin intervención de raleo.

En caso de restricciones financieras o de mercado para los productos de los raleos, se propone que los productores realicen no la totalidad de su superficie sino aquellos sectores de mejores crecimientos. De esta manera se aporta más valor a aquellas zonas que de por sí se debería de esperar mejores resultados.

Por último en cuanto a los escenarios propuestos pueden haber variaciones que flexibilicen las posibilidades del productor. La indicación de raleos por disminución del número de individuos en pie si bien es la manera más fácil de aplicarla y sobre todo de ejecutarla a nivel de campo debería ir tendiendo a indicadores basados en el área basal, hecho este que es técnicamente preferible.