

II. 2. SUBPROGRAMA EUCALIPTOS EN REGIÓN MESOPOTÁMICA

Autor: Martín Marcó

Resumen Ejecutivo

Los primeros ensayos de progenies locales de *Eucalyptus grandis* instalados por INTA a inicios de la década del 80, en Concordia, revelaron que era factible, mediante una selección fenotípica intensa en plantaciones comerciales (Población Base 1) de los mejores árboles por vigor y forma, incrementar el volumen y forma en un 10%. Esta ganancia se capturó en el primer Huerto Semillero Clonal de la especie en Argentina, instalado en Concordia en el año 1982.

Ensayos de orígenes y procedencias de esta especie instalados en ese mismo período en sitios del NE de Entre Ríos y NE de Corrientes, mostraron que la procedencia local utilizada comercialmente no era de las mejores en productividad. Así, diferencias promedios de entre un 20 y 30% en volumen fueron detectadas en ensayos entre procedencias derivadas de la fuente local de semilla (Concordia) y la de Sudáfrica de huerto semillero clonal, a favor de esta última. Hallazgo que fuera comprobado a escala comercial en una variedad de sitios de la región mesopotámica.

Al mismo tiempo se demostró la potencialidad en crecimiento de ciertos orígenes de semilla de New South Wales (NSW) y SE de Queensland (QLD), Australia, los que superaron claramente a las procedencias locales y sudafricanas. Este avance permitió en 1989 la reintroducción de semillas de árboles individuales de 10 orígenes preseleccionados en NSW y SE de QLD, e instalar una red de ensayos de orígenes/progenies en cuatro sitios de Entre Ríos, Corrientes y Misiones, los que luego conformaron la denominada Población Base 2 y los nuevos Huertos Semilleros de Progenies (HSP) que hoy se usan comercialmente con ganancias del 14% en volumen y forma, las que a su vez pueden llevarse al 24% (tomando los mejores 300 árboles del HSP) o al 27% (30 mejores árboles del HSP).

La disponibilidad de más de 200 familias, permitió la selección de los mejores genotipos ranqueados en volumen y forma, para alimentar el programa clonal de segunda generación y desarrollar un pro-

grama de cruzamientos controlados para la producción de híbridos inter e intraespecíficos e instalar nuevos huertos semilleros clonales como los establecidos en Cerro Moreno, Misiones, en el año 1997 y en la EEA Concordia, en el año 2001.

Con la finalidad de explorar y disponer del amplio germoplasma nativo de *E. grandis*, en el año 1996 se reintrodujeron 148 progenies de 12 orígenes del norte de QLD, Australia (Población Base 3) y se probaron en la misma variedad de sitios de la Mesopotamia que la red 1991/92. Los resultados demostraron que si bien la mayoría de los orígenes no revelaron una clara superioridad en volumen y forma respecto de los materiales locales seleccionados, existen progenies superiores que podrán incorporarse al programa sin sacrificar las ganancias acumuladas hasta el presente.

En 1998 se introdujeron nuevas progenies provenientes de programas de mejoramiento locales, de Florida (USA) y Paysandú (ROU) (Población Base 4) que se complementaron con una colección de progenies de orígenes Paluma –QLD (Población Base 5) y Gympie –QLD (Población Base 6) todo lo cual contribuirá a ampliar la diversidad genética del programa de mejoramiento.

En el año 1989 se reintrodujeron 75 progenies de *E. dunnii* representando cinco orígenes australianos de semillas de NSW y una procedencia local seleccionada por volumen y forma en Oliveros, Santa Fe (Convenio INTA-CIEF). Durante 1991-92, una serie de ensayos de orígenes/progenies fueron establecidos en 6 sitios de la región mesopotámica. Los resultados a una edad promedio de 5 años indicaron que la variación en volumen y forma fue más importante entre progenies que entre grupos de orígenes, resaltando así la conveniencia de unificar las poblaciones en una sola unidad de mejoramiento. La habilitación en el año 2002 de dos Huertos Semilleros de Progenies en Entre Ríos, permitirá ganancias en volumen y forma de aproximadamente un 5%. Actualmente se encuentra en desarrollo en el Instituto de Recursos Biológicos de INTA Castelar (Subprograma Eucaliptos Región Pampeana), la conformación de

un nuevo Huerto Semillero Clonal a partir de injertos de árboles élite de estos huertos a instalarse en la provincia de Buenos Aires.

Con el objetivo de ampliar las actuales fronteras del cultivo de eucalipto en la región mesopotámica y diversificar la oferta de productos forestales, en el año 1997 se implantaron nuevos ensayos de especies de *Eucalyptus*, en dos subregiones: 1) subregión norte cálida ubicada en la provincia de Misiones: 4 sitios y 2) subregión sur fría ubicada en la provincia de Entre Ríos: 4 sitios. Más recientemente se han introducido 130 progenies de *E. saligna* de 4 orígenes australianos de sitios fríos de NSW, con el propósito de instalar durante 2005 una red de ensayos en la región mesopotámica, pampeana y NOA.

Como consecuencia del desarrollo del Subprograma de Mejoramiento de Eucalipto en la Mesopotamia, iniciado en el año 1996, se han distribuido más de 600 kg de semilla mejorada, mayoritariamente *E. grandis*, equivalentes a unas 120.000 ha. de plantación.

Se dispone de un banco clonal con 142 clones de *E. grandis* incluyendo híbridos interespecíficos. Se han seleccionado por su vigor inicial y resistencia a frío unos 40 clones en un ensayo de progenies híbridas de *E. grandis* x *E. tereticornis* y *E. grandis* x *E. camaldulensis* que ya se encuentran en tests clonales (Foto 1). Se definió un descriptor morfológico y molecular para la inscripción ante el Registro Nacional de Cultivares y el Registro Nacional de la Propiedad de los Cultivares del INASE de los primeros 10 clones de *E. grandis* en el país y se han formalizado acuerdos con dos empresas de servicios forestales para la comercialización de los mismos.

Se ha evaluado indirectamente la densidad de la madera a través del uso del Pylodin en los Huertos Semilleros de Progenies de *E. grandis* y *E. dunnii* de primera generación, verificándose que la selección por vigor no produjo cambios significativos en esta propiedad de la madera. También se caracterizó la densidad de la madera de los individuos élite que conforman un Huerto Semillero Clonal de la primera generación de mejoramiento de *E. grandis*. Se demostró que la densidad de la madera es una característica no interactiva con los ambientes así también se verificó la existencia de clones de buen crecimiento y forma con características de la madera adaptables a varios procesos industriales.

La información obtenida sobre tensiones de crecimiento refiere a la existencia de una gran variación a nivel individual lo cual alienta expectativas para

la selección y clonación de genotipos de alto rendimiento volumétrico y bajo nivel de tensiones de crecimiento. Los resultados preliminares indican que *E. grandis* posee menor nivel de tensiones de crecimiento que *E. dunnii*. No obstante en ambas especies las tensiones de crecimiento varían fuertemente a nivel individual

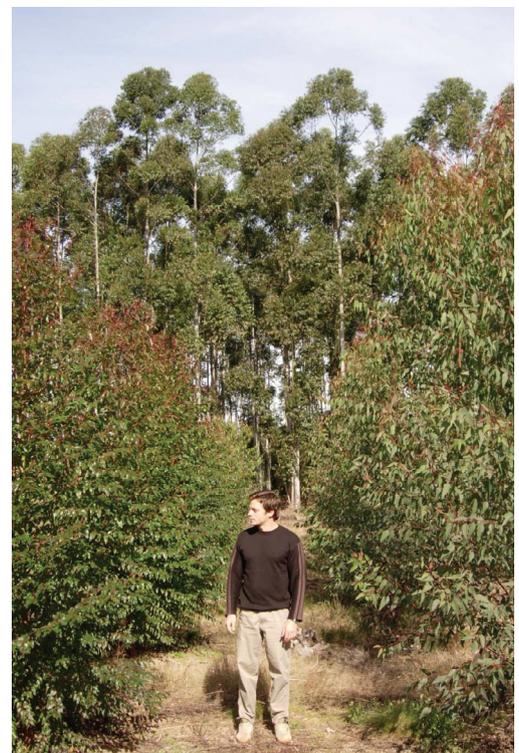
Por otro lado, determinaciones de la densidad de la madera realizadas últimamente en combinaciones híbridas (*E. grandis* x *E. tereticornis*) muestra que dicho material posee 5% de mayor densidad que *E. dunnii* y cerca del 18% más que *E. grandis*. Estos resultados sugieren avanzar en la caracterización de estos híbridos interespecíficos ya que podrían resultar de buena aptitud para determinados usos sólidos.

Objetivos

Objetivo general:

Proveer semilla y/o clones de calidad genética superior de las especies de mayor demanda comercial en la región mesopotámica y formar poblaciones base que aseguren un programa de mejoramiento forestal sostenido conservando el recurso genético.

Foto 1 - Clon *E. grandis* (izquierda) vs clon híbrido de *E. grandis* x *E. camaldulensis* (derecha).



Objetivos específicos:

1. Producir semilla mejorada de las especies de cultivo más importantes en la región, particularmente *E. grandis* y *E. dunnii*.
2. Contar con una diversidad genética amplia en las poblaciones bases.
3. Introducir nuevas especies de valor maderable.
4. Conservar germoplasma en banco clonales.
5. Desarrollar híbridos intra e interespecíficos para ambientes marginales, combinando al mismo tiempo caracteres deseables.
6. Producir clones mejorados de especies e híbridos de mayor potencial.



Foto 2 - Brotes epicórmicos para como fuente de explanto para micropropagación.



Foto 3 - *E. grandis* origen Kendall NSW, 22 años.



Foto 4 - Descopado de árbol plus de *E. grandis* en HSP Puerto Bosetti, Misiones.



Foto 5 - Cosecha explantos *E. grandis* en HSP Misiones.

Actividades

Habilitar nuevas áreas de producción de semilla de Eucalyptus grandis y E. dunnii: (Foto 3, 4, 5, 6, 7, 9 y 17)

1997: Se implantó un Huerto Semillero Clonal de *E. grandis* en Cerro Moreno (Mnes.) de 1,16 ha.



Foto 6 - Macropropagación de *E. grandis*.

Semillero de *E. grandis* procedencia Sudáfrica HSC en Yuquerí (E.R.) de 4 ha.

2000: Se habilitó un Huerto Semillero de Progenies de *E. grandis* de 2.1 ha. de primera generación por raleo de un ensayo de orígenes-progenies implantado en Bella Vista (Ctes) en 1992.

2001-2002: Se implantó un Huerto Semillero Clonal de *E. grandis* de generación avanzada en Concordia (E.R.) de 1,6 ha.

2001-2002: Se taló un ensayo de orígenes-progenies de *E. grandis* del N de QLD (Australia) de 2.6 ha. en Ubajay (E. R), seleccionando los mejores individuos de las mejores progenies para propósitos de propagación agámica.

2001-2002: Se habilitó un Huerto Semillero de Progenies de *E. dunnii* de 1.4 ha. de primera gene-

1998: Se habilitó un Huerto Semillero de Progenies de *E. grandis* de 3.8 ha. de primera generación por raleo de un ensayo de orígenes-progenies implantado en Ubajay (E.R.) en 1991.

1999: Se habilitó un Rodal Semillero de *E. grandis* de origen Gympie (QLD, Australia) en Humaitá (E.R.) de 6 ha.

2000: Se habilitó a través de raleo un Rodal



Foto 7 - *E. grandis* plus 21 años Concordia.

ración por raleo de un ensayo de orígenes-progenies implantado en Ubajay (E.R) en 1991.

2002-2003: Se habilitó un Huerto Semillero de Progenies de *E. dunnii* de 1.2 ha. de primera generación por raleo de un ensayo de orígenes-progenies implantado en Concepción del Uruguay (E.R) en 1991.

Producción y distribución de semilla de E. grandis: (Foto 8, 10 y 11; Gráfico 1, 2)

1996-2005: Se cosecharon y distribuyeron 625 kg de semillas de distintas fuentes. Entre ellas: R.S. Origen Kendall (NSW, Australia), R.S. Procedencia Transvaal HSC (Sudáfrica), H.S.P. I.0 Ubajay y

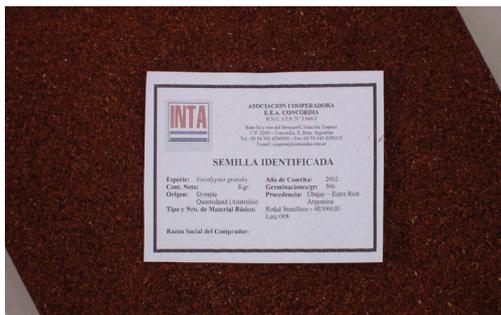


Foto 8 - Semilla identificada INTA de *E. grandis* Concordia.



Foto 9 - Jardín clonal eucaliptos INTA Concordia.

Gráfico 1.- Volumen individual y Forma a los 8,5 años de edad de semillas y clones de *Eucalyptus grandis* (EG), *E. camaldulensis* (EC) e híbridos de *E. grandis* x *E. tereticornis* (ETxEG) en Concordia (E.R.)

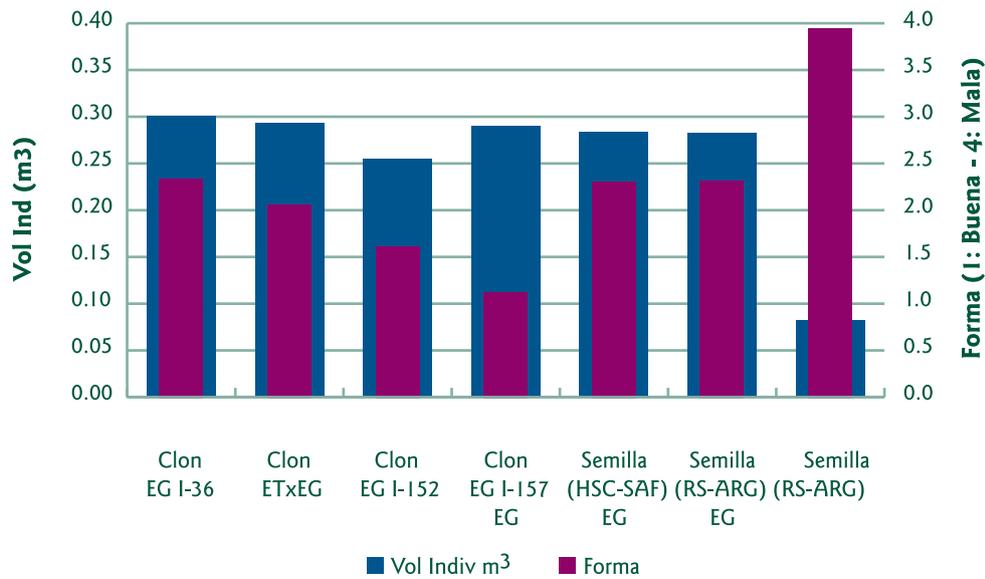


Gráfico 2.- Volumen y Forma a los 6 años de edad de un ensayo de productividad de *Eucalyptus grandis* (EG), *E. dunnii* (ED) y *E. tereticornis* x *E. grandis* (ETxEG) en Villaguay (E.R.)

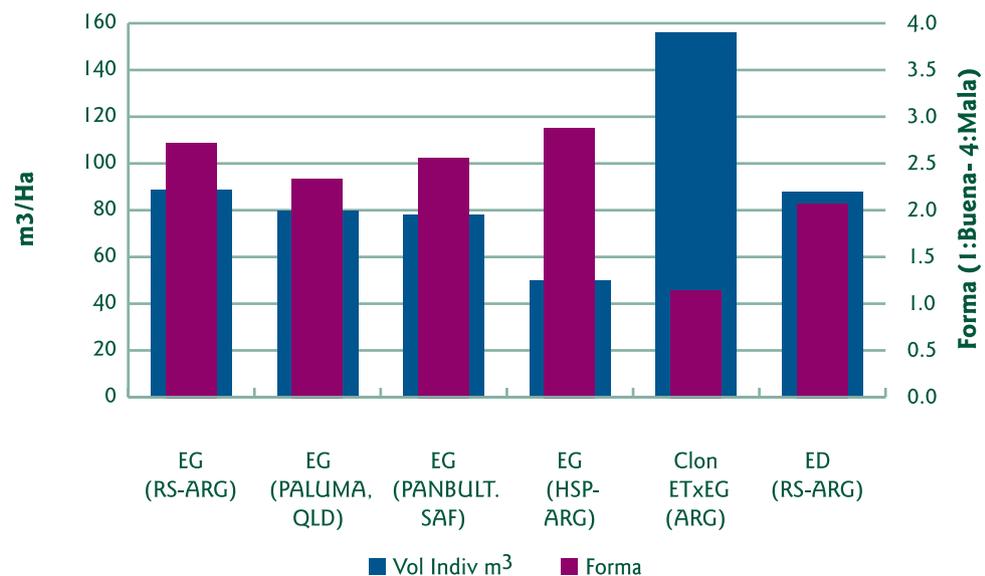




Foto 10 - *E. grandis* plus 21 años, Puerto Bosetti, Misiones.



Foto 12 - Trozos de ramas en cámara de crecimiento del Laboratorio de micropropagación.

Bella Vista y R.S. Origen Gympie (QLD, Australia).
Ampliación de la diversidad genética de las poblaciones de mejora:
(Foto 12, 13 y 16)

Se recolectaron semillas de 190 árboles selectos para pruebas de progenies de la red de ensayos de orígenes/progenies de la red 91, red 96 y HSC 97, 130 de ellos se encuentran en diferentes etapa de introducción / propagación agámica.

Se introdujeron 65 progenies de 6 orígenes de la zona de Gympie (QLD,Australia) y 50 de Paluma (QLD, Australia).



Foto 11 - Hidroelevador para cosecha de semillas eucalipto. Concordia.



Foto 13 - Invernáculo macropropagación en Concordia.



Foto 14 - Tamizado de semillas *E. grandis*.



Foto 15 - Test clonal eucaliptos de 2,5 años.

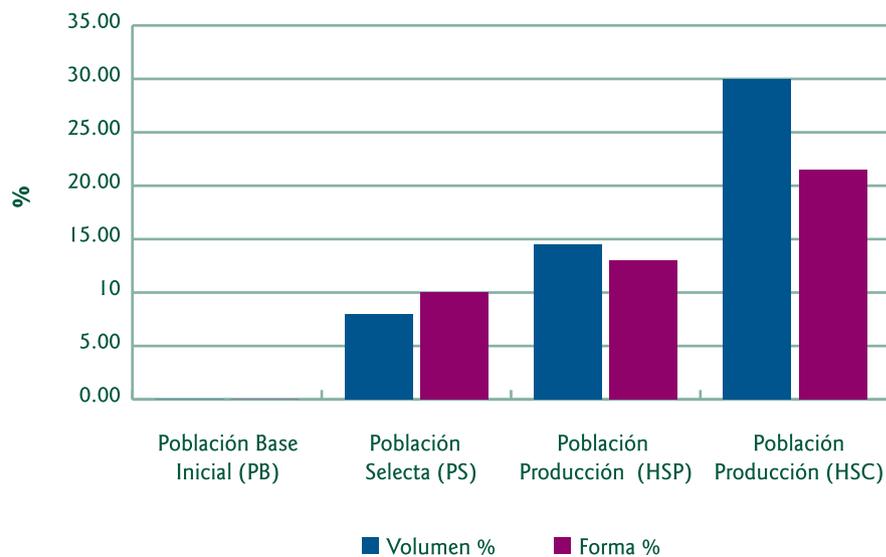


Foto 16 - Micropropagación de *E. grandis* in-vitro.



Foto 17 - HSP *E. dunnii* 14 años. Concordia

Gráfico 3.- *Eucalyptus grandis*: Ganancias Genéticas Obtenidas



Introducción de especies de valor maderable:

1997: Se instaló una red de ensayos de especies de *Eucalyptus* integrada por 7 sitios en E. Ríos y Misiones, conformada por especies tales como: *E. benthamii*, *E. dorrigoensis*, *E. viminalis*, *E. badjensis*, *E. saligna*, *E. macarthurii*, *E. dunnii*, *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, etc

2000: Se instalaron 3 ensayos con 25 orígenes de *E. citriodora* y *E. maculata* (actual *Corymbia citriodora*, *C. variegata* y *C. maculata*) en Humaitá (Colón, E.R.), Buena Vista (Paso de los Libres, Ctes.) e INTA Bella Vista (Ctes.)

2005: Se introdujeron 130 progenies de 4 orígenes de sitios fríos de NSW de *E. saligna*.

Conservar germoplasma en banco clonales: (Foto 15)

2005: A la fecha se disponen de 142 entradas en el banco clonal.

Desarrollar híbridos intra e interespecíficos para ambientes marginales, combinando al mismo tiempo caracteres deseables:

1997-2005: Se desarrolló un programa de cruza- mientos controlados para la producción de híbridos interespecíficos con *E. grandis* utilizando polen de: *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*, *E. dunnii*, *E. globulus*, entre otros.

2003-2004: Se realizaron cruzamientos intraespecíficos de *E. grandis* entre individuos con cualidades contrastantes para densidad básica de la madera, generando una población segregante para asociar posteriormente marcadores moleculares a esa característica.

Producir clones mejorados de especies e híbridos de mayor potencial:

2003-2004: Desarrollo de un descriptor morfológico anexando descriptores moleculares (microsatélites) para clones de *E. grandis* e inscripción de 10 clones de *E. grandis* en el Registro Nacional de Cultivares y Registro Nacional de Propiedad de Cultivares del INASE.

2002-2005: Selección y clonación de individuos sobresalientes en progenies híbridas.

Instalación y evaluación de ensayos (Gráfico 1,2 y 3)

Ensayos de Progenies:

1998: Instalación de una red de ensayos de 175 progenies de *E. grandis* en 4 sitios de Entre Ríos. Total: 10 ha.

2000-2002: Instalación de una red de 5 ensayos de progenies de híbridos interespecíficos, en el noreste de Entre Ríos. Total: 6 ha.

2005: Instalación de una red de ensayos de 4 orígenes y 130 progenies de *E. saligna* en 5 sitios de las regiones mesopotámica, pampeana y NOA. Total: 15 ha.

Ensayos clonales:

1997-2005: Se instalaron 11 ensayos clonales en Entre Ríos y Corrientes, totalizando 105 clones. Total 9 ha.

Ensayos de Productividad:

2000-2004: Se instalaron 6 ensayos de productividad de distintas fuentes semilleras de *E. grandis* en Entre Ríos. Total: 10 ha.

Ensayos demostrativos:

1998: Instalación de 2 lotes demostrativos de especies tolerantes a frío.

2004: Instalación de 2 lotes demostrativos de *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* implantados en EEA Concordia.

Evaluación de densidad de la madera en la población de selección y de los individuos selectos de *E. grandis*, *E. dunnii* e híbridos:

2002: Se estimó la densidad de la madera indirectamente a través del uso del Pilodyn en 40 clones de *E. grandis* e híbridos en 5 sitios de E. Ríos y Ctes.

2003: Se estimó la densidad a través del uso del Pilodyn en 3 HSP de *E. grandis* (PB2 y PB3) y en individuos selectos que integran la población elite y en un HSP de *E. dunnii* ubicado en Ubajay, E. Ríos.

Evaluación de la susceptibilidad de Eucaliptos a ataques de *Coniothyrium zuluense*:

2004: Se realizaron las primeras evaluaciones en disintos clones y fuentes semilleros de *E. grandis* e híbridos.

Ajuste de métodos para evaluar tensiones de crecimiento y evaluación de características de la madera adulta de *E. grandis* y *E. dunnii*:

2000: Se ajustó una metodología de evaluación de tensiones de crecimiento (rajaduras) para *E. grandis* utilizando discos tomados a diferentes posiciones de altura.

2001: Se evaluaron tensiones de crecimiento a los 21 años de edad en 3 orígenes de máxima productividad de *E. grandis* y 3 orígenes de *E. dunnii*. Se iniciaron análisis de laboratorio para determinar contractibilidad y densidad de la madera.

2000-2002: Se evaluaron tensiones de crecimiento de 36 individuos selectos de *E. grandis*.

2002-2003: Se realizaron estimaciones de densidad a través de mediciones con Pilodyn en 5 ensayos clonales, en 2 ensayos de progenies, en 3 HSP de *E. grandis* y un HSP de *E. dunnii*.

2005: Se ajustaron metodologías para evaluar tensiones de crecimiento usando Extensómetro (CIRAD-Forêt) así como de densidad básica con nuevos equipamientos (Volumenómetro, Scanner y Software WinDENDRO% versión *Wood density*).

Capacitación

Cursos y Estadías:

Ing. Martín A. Marcó

Estadia en el Forestry Department, School of Forest Resources and Conservation, University of Florida, en Gainesville, FL, USA, del 02/07/2001 al 06/07/2001 inclusive.

Jornadas de Capacitación teórico-prácticas en SAS versión 8. EEA INTA Pergamino, Buenos Aires, del 25 al 27 de Abril de 2001.

Ing. Juan Adolfo López (h.)

Curso de Postítulo: "Mejora Genética Forestal Operativa". Universidad Austral de Chile-INFOR-CONAF. Valdivia (Chile). 16 al 21 de Noviembre de 1998.

Curso de: "Procesamiento Mecánico de la Madera de Eucalipto". EMBRAPA-CETMAM. Curitiba (Brasil). 16 al 20 de Marzo de 1998.

Curso de Postgrado: "Determinación de crecimiento en árboles individuales. Estructura de anillos de crecimiento. Instituto de Silvicultura y Manejo de Bosques. Universidad Nacional de Santiago del Estero. 19 al 23 de Mayo de 1997

Ing. Leonel Harrand

Curso sobre Marcadores Moleculares y su Aplicación a la Identificación Vegetal. INASE – INTA – SAGPyA. 6 al 17 de noviembre de 2000.

Curso de Postgrado "Análisis Multivariado aplicado a la Biología y la Agricultura". Fac. Cs. Agrarias. UN Rosario. 25 al 29 de octubre de 1999.

Curso de Postgrado "Metodología Estadística III" – Módulo 2, 3, 4 y 5. Escuela Para Graduados – Fac. Agronomía. UBA. Duración: 4 semanas. 1999.

Ing. Agr. Gustavo P. Javier Oberschelp

Curso de postgrado: "Utilización de marcadores moleculares en estudios de Genética Vegetal" UNNE, Facultad de Ciencias Agrarias, Corrientes. del 11/04/2005 al 20/04/2005.

Asistencia a Congresos y Seminarios:

Ing. Martín A. Marcó

Segunda reunión Proyecto ALFA-GEMA (Genética de la Madera). Organizada por INRA. Orleáns, Francia. Octubre de 2005.

Reunión de la Coordinación del PAN Forestales para elaborar el perfil del proyecto integrado del PAN Forestales: Mejoramiento genético de coníferas y latifoliadas de rápido crecimiento para la obtención de madera de calidad para usos sólidos. Buenos Aires, 21-22 de Junio de 2005.

Segunda Reunión Genética y Mejoramiento Forestal del PAN Forestales. Montecarlo, Misiones, 10-13 de Mayo de 2005.

Conferencia IUFRO: *Eucalyptus* in a changing world. Aveiro, Portugal. 11-15 de octubre de 2004.

Jornadas de mejoramiento genético para productores forestales. Organizadas por la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAM, INTA Montecarlo y Bosques del Plata. Posadas, Misiones. 15-16 de julio de 2004.

Ira reunión Proyecto ALFA-GEMA (Genética de la Madera). Organizada por INRA y la Universidad de Talca. Talca, Chile. 24-28 de mayo de 2004.

Asistencia al III Simposio de Recursos Genético para la América Latina y Caribe. Londrina, Paraná, 19 al 22 de noviembre de 2001.

Asistencia a la 26th Biennial Southern Forest Tree Improvement Conference (SFTIC) en Athens, GA, USA. June 26-29, 2001.

IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, Salvador, Bahia, Brasil. Post-Conference Technical Tour to Uruguay and Argentina, 2-5 Septiembre de 1997. Coordinador tramo en Argentina y participante en desarrollo de charlas en algunas paradas técnicas.

IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, Salvador, Bahia, Brasil. Pre-Conference Technical Tour to Salvador and Bahia, Brazil. Agosto de 1997.

Ing. Juan Adolfo López (h.)

Segunda Reunión Genética y Mejoramiento Forestal del PAN Forestales. Montecarlo, Misiones, 10-13 de Mayo de 2005.

Conferencia IUFRO: *Eucalyptus* in a changing world. Aveiro, Portugal. 11-15 de octubre de 2004.

Jornadas de mejoramiento genético para productores forestales. Organizadas por la Facultad de

Ciencias Forestales de la UNAM, INTA Montecarlo y Bosques del Plata. Posadas, Misiones. 15-16 de julio de 2004.

IUFRO International Symposium. Desarrollando el Eucalipto del Futuro. Valdivia (Chile). 10 al 15 de Septiembre de 2001

Taller "Biotecnología en el Mejoramiento Forestal". 5 y 6 de Octubre de 2000. REDBIO-EEA INTA Bella Vista. Corrientes. Responsable de la organización IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, Salvador, Bahia, Brasil. 24 al 29 de Agosto de 1997.

IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, Salvador, Bahia, Brasil Viaje técnico por los Estados de Sao Paulo y Paraná (BRASIL) visitando a las siguientes empresas privadas y oficiales: Champion Papel e Celulosa Ltda., Companhia Suzano de Papel e Celulose, Ripasa, Klabin y Embrapa. 30 Agosto al 5 de Septiembre de 1997.

Ing. Leonel Harrand

Segunda Reunión Genética y Mejoramiento Forestal del PAN Forestales. Montecarlo, Misiones, 10-13 de Mayo de 2005.

Jornadas de mejoramiento genético para productos forestales. Organizadas por la Facultad de Ciencias Forestales de la UNAM, INTA Montecarlo y Bosques del Plata. Posadas, Misiones. 15-16 de julio de 2004.

Primer Reunión de integrantes de Programas de Mejoramiento Genético Forestal, 6, 7 y 8 de mayo de 1999. EEA INTA Bariloche.

Taller "Biotecnología en el Mejoramiento Forestal". 5 y 6 de Octubre de 2000. REDBIO-EEA INTA Bella Vista. Corrientes.

Ing. Agr. Javier Oberschelp

I Foro sobre la Propiedad Intelectual para la protección de la Biotecnología Agropecuaria. 2 y 3 de Junio de 2005. INPI-INASE, Banco de la Nación Argentina, Buenos Aires, Capital Federal.

Ilda Reunión Genética y Mejoramiento Forestal del PAN Forestales. Montecarlo, Misiones, 10-13 de Mayo de 2005.

Consultorías externas

Dentro de las actividades, se realizaron tres consultorías externas para el análisis de diferentes grupos de ensayos de orígenes/progenies de eucaliptos. A través de concurso se otorgó el trabajo al Dr. T. L. White y su grupo de trabajo de "School of Forest Resources and Conservation, University of Florida, USA".

Las consultorías requeridas estuvieron referidas al análisis genético de los ensayos de orígenes/progenies que conforman las redes INTA 1982-1991/92 y 1996, de *Eucalyptus grandis* y *E. dunnii*.

Los análisis incluyeron:

Determinación de la magnitud de las diferencias en volumen y forma entre y dentro de orígenes y existencia de la interacción origen x sitio.

Estimación de parámetros genéticos, tales como heredabilidad (volumen y forma) por sitio y combinada, y correlaciones fenotípicas y genéticas (tipo B).

Predicción de los "Valores de Cría" a través del método BLUP (Best Linear Unbiased Prediction) para proveer los mejores estimadores de los valores genéticos

Creación de un Índice de selección que combine volumen y forma que pueda ser usado en selección de genotipos.

Desarrollo de un ranking por ganancias genéticas entre individuos, entre familias, y entre orígenes.

Consultoría 1: Ensayos de Orígenes/Progenies de Eucalyptus grandis. Serie 1991/92.

Esta consultoría se realizó en el año 1998, y consistió en el análisis de cuatro ensayos de orígenes/progenies instalados en los años 1991/92 y dos ensayos de progenies locales selectas instalados en el año 1982, ubicados en varios sitios de la Mesopotamia argentina: Ubajay (E.R.), Concordia (E.R.), Virasoro (Ctes.), Pto. Bosetti (Mnes.) .

Los ensayos están constituidos por hasta 179 progenies de 10 orígenes australianos con demostrada adaptación a la región, y tres grupos de árboles cosechados localmente.

Los datos que se analizaron fueron Volumen Total Individual y Forma del árbol.

Consultoría 2: Ensayos de Orígenes/Progenies de Eucalyptus dunnii. Serie 1991/92.

Esta consultoría se realizó en el año 1999, y consistió en el análisis de seis ensayos de orígenes/progenies instalados en los años 1991/92 en varios sitios de la Mesopotamia argentina: Campana (Bs.As.), C. del Uruguay (E.R.), Ubajay (E.R.), Istueta (Mnes.), Cerro Azul (Mnes.) y Lanusse (Mnes.) .

Los ensayos están constituidos por hasta 75 progenies de 6 orígenes australianos cubriendo el área de distribución de la especie, y un grupo de árboles cosechados localmente.

Los datos que se analizaron fueron Volumen Total individual y Forma del árbol.

Consultoría 3: Ensayos de Orígenes/Progenies de *Eucalyptus grandis*, orígenes del norte. Serie 1996.

Esta consultoría se realizó en el año 2002, y consistió en el análisis de cuatro ensayos de orígenes/progenies instalados en el año 1996 en varios sitios de la Mesopotamia argentina.

Los ensayos están constituidos por hasta 156 progenies de 12 orígenes de la región noreste de Australia, y un grupo de árboles cosechados localmente utilizados como testigos para vincular entre series de ensayos.

Los datos que se analizaron fueron Volumen Total individual y Forma del árbol.

Los resultados de las consultorías se encuentran en los siguientes documentos de uso interno.

White, T.L., Powell, G.L., Huber, D.A. Genetic Analysis of *Eucalyptus grandis*: Seed source differences, estimates of genetic parameters and breeding value predictions. Un. of Florida, 1998.

White, T.L., Powell, G.L., Huber, D.A. Genetic Analysis of *Eucalyptus dunnii*: Seed source differences, estimates of genetic parameters and breeding value predictions. Un. of Florida, 1999.

White, T.L., Powell, G.L., Huber, D.A. Genetic Analysis of *Eucalyptus grandis* Northern Provenances: Seed source differences, estimates of genetic parameters and breeding value predictions. Un. of Florida, 2002.

Acciones de transferencia

López (h.), J.A. 1998. Mejoramiento genético Forestal. Calidad de la madera. II JORNADA FORESTAL REGIONAL. Facultad de Ciencias Agrarias. UNNE. 30 de Septiembre de 1998.

López (h.), J. A. 2005. Mejoramiento genético en calidad de madera. En Jornada sobre potencialidad foresto-industrial del eucalipto en Santiago del Estero, Santiago del Estero, 16 y 17 de junio de 2005. FCF UNSE – FUNDAPAZ – Gob. Sgo. del Estero – INTA.

Marcó, M.A. 1997. Avances en Mejoramiento Genético Forestal en la Argentina. Sociedad de Productores Forestales del Uruguay. Paysandú, ROU, 17/04/1997. Disertante

Marcó, M.A., Larocca, F. 1998. Encuentro de Intercambio y actualización Forestal “Cultivo de eucaliptos en suelos pesados”. San Jaime, Entre Ríos.

Marcó, M.A. 1998. Situación Actual de los Programas de Mejoramiento Genético Forestal de las Principales Especies del Género *Pinus* y *Eucalyptus* en Argentina. Seminario “Mejoramiento Genético de Especies Forestales: Logros y Perspectivas”. INIA Proyecto Forestal – Convenio INIA-JICA. Serie de Actividades de Difusión N° 157, Tacuarembó, ROU. P. 1-19

Marcó, M.A. 2001. Estrategias de utilización de recursos genéticos de las principales especies forestales exóticas en Argentina. III SIRGEALC, Simposio de Recursos Genéticos para América Latina e Caribe. Anais 3 : 71-74. Londrina : IAPAR.

Marcó, M. A.; Harrand L. 2005. Valor potencial de los Eucaliptos colorados en combinaciones híbridas. En Jornada sobre potencialidad foresto-industrial del eucalipto en Santiago del Estero, Santiago del Estero, 16 y 17 de junio de 2005. FCF UNSE – FUNDAPAZ – Gob. Sgo. del Estero – INTA.

Marcó, M.A. 2005. Presentación Subprograma Eucalipto en Mesopotamia. Ilda Reunión Genética y Mejoramiento Forestal del PAN Forestales. Montecarlo, Misiones, 10-13 de Mayo de 2005.

Publicaciones

Publicaciones de Investigación Aplicada

López (h.), J. A. y Staffieri, G. M. 2003. Variación radial de la densidad de la madera de *Eucalyptus grandis* y *Eucalyptus dunnii* a los 21 años de edad. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, 23-24 de Octubre de 2003. Actas en CD. 8 p.

López (h.), J. A.; Parisi, L. M. y Harrand, L. 2003. Densidad de la madera de 3 Huertos Semilleros de progenies de *Eucalyptus grandis*. XVIII Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia, 23-24 de Octubre de 2003. Actas en CD. 9 p.

Marcó, M.A. and White, T. 2002. Genetic parameter estimates and genetic gains from progeny/provenance tests of *Eucalyptus grandis* and *E. dunnii* in Argentina. In Forest Genetics.

Carpinetti, L. y López (h.), J.A. 2001. Producción de clones de *Eucalyptus* en la Argentina. Actas Simposio Internacional IUFRO. Valdivia. Chile pp: 156

López (h.), J.A. y Staffieri, G.M. 2001. Estimación de tensiones de crecimiento en individuos de *Eucalyptus grandis* utilizando discos y rollizos. Simposio Internacional IUFRO. Desarrollando el

eucalipto del futuro. IUFRO UNIDAD 2.09.03. Valdivia. Chile. Actas pp: 96

Marcó, M.A. 2001. Estrategias de utilización de recursos genéticos de las principales especies forestales exóticas en Argentina. III SIRGEALC, Simposio de Recursos Genéticos para América Latina e Caribe. Anais 3 : 71-74. Londrina : IAPAR.

Marcó, M.A., Harrand, L., Rodríguez Traverso J., Gelid, P. 2000. Evaluación del crecimiento y adaptación al 5to año de *Eucalyptus maidenii* y *E. globulus* en la región de Concordia, Entre Ríos. Primer Seminario Internacional del *Eucalyptus globulus* en la Argentina. Mar del Plata, 71-79.

Diamante, A., Vera Bravo, C y Molina, N. 1999. Micropropagación de *Eucalyptus grandis* para la formación de viveros clonales. Procedimientos y costos. Parte I y II. IV Simposio Nacional de Biotecnología Vegetal. REDBIO-Argentina 1999. pp 20-21.

Vera Bravo C., Aparicio J. y Diamante A. 1999. Obtención de microestacas (microcutting) de *Eucalyptus grandis* a partir de plantas micropropagadas in vitro. IV Simposio Nacional de Biotecnología Vegetal. REDBIO-Argentina 1999. pp: 22.

López (h.), J.A.; Aparicio, J.L. y Elies, G.. 1997. Susceptibilidad al rajado y métodos de control de rajaduras de madera rolliza de *Eucalyptus grandis*. II Congreso Forestal Argentino y Latinoamericano. Posadas (Mnes.). Agosto de 1997.

Marcó, M.A. y Mendonza, L.A. 1997. Especies de eucaliptos de valor potencial para el noreste de la provincia de Entre Ríos, Argentina. 1er Congreso Forestal Hispano Luso y 2do Congreso Forestal Español.

Publicaciones de Extensión

López (h.), J.A. 2002. Huerto semillero de progenies de *Eucalyptus grandis*. 2da Reunión Consorcio Forestal IBERA. INTA Bella Vista. 4 p.

López (h.), J.A. 2002. Comportamiento de algunos clones de *Eucalyptus grandis*. 2da Reunión Consorcio Forestal IBERA. INTA Bella Vista. 2 p.

Vera Bravo, C. 2002. Producción in vitro de individuos selectos de *Eucalyptus grandis*. 2da Reunión Consorcio Forestal IBERA. INTA Bella Vista. 2 p.

Harrand, L., Marcó M.A., López (h.), J.A. 2001. Reunión a Campo "Fuentes de Semilla y Clones de *Eucalyptus grandis*". EEA Concordia (Entre Ríos). 13 p.

Larocca, F., Harrand, L., Marcó M.A.. 2001 "Ensayos de especies, híbridos y fuentes de semilla". Visita a experiencia forestal en el campo "El Paye" (Villaguay, Entre Ríos). p. 17.

Larocca, F., Marcó, M.A., Rosemberger, J. 2001. Evaluación de las posibilidades de desarrollo forestal de los suelos de la región ganadera del norte de Entre Ríos. Póster 25. XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. p.25.

López, (h.), J.A. 2001. Primeras etapas del programa de propagación clonal de *Eucalyptus grandis* iniciado por Forestal Argentina S.A. XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. Concordia. 25-26 de Octubre de 2001. p: P-18

López (h.), J.A., Marcó, M.A., Carpineti, L. 2001. Estado actual de los programas clonales de *Eucalyptus* en Argentina. Póster 17. XVI Jornadas Forestales de Entre Ríos. p.17.

Marcó, M.A., Harrand, L. 2001. El Mejoramiento Genético Forestal y su Aporte al Desarrollo del Sector Forestal. Revista SAGPyA Forestal Nro. 19. p.16.

López (h.), J.A. 2000. Huerto Semillero de Progenies de *Eucalyptus grandis* y Rodal Semillero de *Grevillea robusta*. Visita Técnica. INTA-ProFoMe-PFD (SAGPyA). Bella Vista, 6 de Octubre de 2000. 12 p.

Harrand, L., Larocca, F. 1999. Ensayos Clonales y plantación de *Eucalyptus grandis* y *E. dunnii* en suelos pesados. Día de Campo XIV Jornadas Forestales de E.R.

Larocca, F., Pujato J. y Marcó, M.A. 1999. La Forestación en el Área Ganadera del Centro Norte de Entre Ríos. SAGPyA Forestal No. 12; pp. 14-17.

Marcó, M.A., Harrand, L. 1999. Reunión a campo: "Nuevas Fuentes de semilla forestales"

Marcó, M.A., Harrand, L. 1999. El Mejoramiento Genético Forestal y su Aporte al Desarrollo del Sector Forestal Regional. Concordia, EEA INTA Concordia. Información Forestal, B. 13. 3 p.

Marcó, M.A., Pujato, J. 1999. Terminología referida a la selección de árboles y producción de semilla. Concordia, EEA INTA Concordia. Información Forestal, B. 14. 3 p.

Tesón, N. 1999. Propagación agámica de especies forestales, avances y logros 1993-1999 en la EEA

Concordia del INTA. Concordia, EEA INTA Concordia. 8 pp.

Diamante A., Vera Bravo C., López (h.), J.A. y Fernández, A. 1998. Resultados preliminares de la propagación clonal de *Eucalyptus grandis* empleando la técnica de Microestacas. II Jornada Forestal. EEA Bella Vista. Boletín Técnico p E1- E8.

López (h.), J.A. 1998. Comportamiento de 12 clones de *Eucalyptus grandis* al segundo año de crecimiento. II Jornada Forestal. EEA Bella Vista. Boletín Técnico pp: D1-D7.

Resultados

Eucalyptus grandis:

Se dispone de germoplasma de toda el área de distribución natural de la especie en Australia, en la forma de 450 familias de 22 orígenes de NSW y QLD.

Actualmente se disponen de 24 ha. de poblaciones de producción de semilla, de las cuales 10 ha. corresponden a Huertos Semilleros de Progenies (HSP), 2,5 ha. a Huertos Semilleros Clonales (HSC) y el resto a Rodales Semilleros de procedencia sudafricana y distintos orígenes australianos.

Durante el periodo 1996-2005 se han cosechado y distribuido unos 625 kg de semilla equivalentes a unas 125.000 ha. de plantación. Actualmente se cubre no menos del 90% de la demanda nacional de semilla de *E. grandis*.

Los nuevos HSP brindan ganancias genéticas de 14% en volumen y forma respecto de los materiales locales selectos, las que pueden incrementar significativamente con la futura utilización de semilla de los HSC de generación avanzada iniciados en el año 2001.

La propagación agámica, ya sea micro o macropropagación, posibilitó la instalación de Huertos Semilleros Clonales, Test Clonales, y la renovación y ampliación del jardín y mini-jardín clonal, alcanzando un total de 36300 plantines macropropagados y 3390 plantines micropropagados.

Se alcanzó a realizar con éxito cruzamientos interespecíficos, que permiten combinar características de los individuos padres en sus progenies, posibilitando ampliar las fronteras de la forestación, o los usos de la madera. Mediante esta técnica

se obtuvieron 65 lotes de semillas de distintos híbridos, se seleccionaron y clonaron 40 de ellos por resistencia a heladas y vigor inicial, los cuales se encuentran en etapa de evaluación.

En cuanto a propiedades de la madera, se constató por medio de Pylodin que la densidad de la madera de los selectos no difirió con el promedio del HSP, lo cual muestra que la selección por vigor no produjo cambios significativos en esta propiedad de la madera. También se alcanzó a caracterizar la densidad de la madera de los individuos élite que conforman Huerto Semillero Clonal de la primera generación de mejoramiento de *E. grandis*. Se demostró que la densidad de la madera es una característica no interactiva con los ambientes así también se verificó la existencia de clones de buen crecimiento y forma con características de la madera adaptables a varios procesos industriales. La información obtenida sobre tensiones de crecimiento refiere a la existencia de una gran variación a nivel individual lo cual alienta expectativas para la selección y clonación de genotipos de alto rendimiento volumétrico y bajo nivel de tensiones de crecimiento. Los resultados preliminares indican que *E. grandis* posee menor nivel de tensiones de crecimiento que *E. dunnii*. No obstante en ambas especies las tensiones de crecimiento varían fuertemente a nivel individual

Por otro lado, determinaciones de la densidad de la madera realizadas últimamente en combinaciones híbridas (*E. grandis* x *E. tereticornis*) muestra que dicho material posee 5% de mayor densidad que *E. dunnii* y cerca del 18% más que *E. grandis*. Estos resultados sugieren avanzar en la caracterización de estos híbridos interespecíficos ya que podrían resultar de buena aptitud para determinados usos sólidos.

Otro tema abordado fue la evaluación de fuentes semilleros y materiales clonales disponibles en cuanto a su grado de susceptibilidad al ataque de *Coniothyrium zuluense*, esto permitió identificar a fuentes semilleras y clones tolerantes al ataque del patógeno.

Eucalyptus dunnii:

Se dispone de germoplasma de toda el área de distribución natural de la especie en Australia, en la forma de 76 familias de 6 orígenes de NSW y QLD que cubren las dos principales áreas de ocurrencia de la especie en Australia y de 12 familias locales. Actualmente se disponen de 2,6 ha. Huerto Semillero de Progenies, con una ganancia en volu-

men y forma del 6%, esta disponibilidad de semilla de *E. dunnii* mejorada localmente brinda una alternativa a la especie principal de la región. La posibilidad de obtener semilla del huerto ubicado en la zona de Ubajay, así como en Concepción del Uruguay está sujeta a ciertas limitaciones, debido a la escasa e irregular floración de la especie en esta región. Actualmente se está contribuyendo al Subprograma Eucalipto e Región Pampeana del PFD con germoplasma de estos huertos, con la finalidad de materializar un Huerto Semillero Clonal.

Evaluaciones de las características de la madera indican que *E. dunnii* posee 51% más tensiones de crecimiento que *E. grandis*. Este resultado demuestra la menor aptitud para procesos de transformación mecánica por parte de *E. dunnii*. No obstante en ambas especies las tensiones de crecimiento varían fuertemente a nivel individual. La contracción volumétrica promedio de *E. dunnii* expresada en porcentaje fue de $15,0 \pm 3,5$ y la de *E. grandis* de $11,1 \pm 2,7$, evidenciando que *E. dunnii* posee menor estabilidad dimensional que *E. grandis*. La densidad básica de la madera expresada en Kg/m^3 de *E. dunnii* fue de 672 ± 61 y la de *E. grandis* de 528 ± 55 , corroborando la mayor densidad y por ende la mayor dureza de la primera especie.

Otras especies de *Eucalyptus*:

Con el objetivo de ampliar las actuales fronteras del cultivo de eucalipto en la región mesopotámica y diversificar la oferta de productos forestales, en el año 1997 se implantaron nuevos ensayos de especies de *Eucalyptus*, en dos subregiones: 1) subregión norte cálida ubicada en la provincia de Misiones: 4 sitios y 2) subregión sur fría ubicada en la provincia de Entre Ríos: 4 sitios. Entre las especies recientemente introducidas, se ha observado un comportamiento inicial notable de especies como *E. benthamii* en las dos subregiones, con un decaimiento también notable en los últi-

mos años coincidentes con déficits hídricos significativos. *E. dorrigoensis* tiene un aceptable comportamiento en la subregión sur fría al igual que *E. punctata* en la subregión norte cálida. Más recientemente se han introducido 130 progenies de *E. saligna* de 4 orígenes australianos de sitios fríos de NSW, con el propósito de instalar durante 2005 una red de ensayos en la región mesopotámica, pampeana y NOA. Con esta especie se especula encontrar una alternativa a *E. dunnii* en zonas frías con mejor aptitud maderable.

Recomendaciones

Poner énfasis en la selección de especies y genotipos por atributos de calidad de madera que califiquen la misma para la producción de productos sólidos de alto valor, particularmente para la industria local e internacional de transformación mecánica de la madera para usos estructurales, muebles, pisos, remanufactura, láminas y chapas. En esta dirección deberán emplearse nuevos métodos no destructivos para la evaluación de propiedades físico-mecánicas; introducir nuevas especies de alto valor maderable; generar nuevos híbridos para ambientes marginales que combinen buenas características maderables y recurrir a la biotecnología a través de la genómica funcional y la selección asistida por marcadores para hacer más eficiente la selección fenotípica.

Infraestructura y equipamiento provistos por el proyecto

Una Pick Up ISUZU DC 4x4

Un Hidroelevador para cosecha de semillas y explantos y realización de cruzamientos controlados.

Elementos de infraestructura e equipamiento de invernáculos y viveros.

Varios equipos de oficina y computación.

Responsable Técnico:

Ing. Agr. M. Sc. Martín A. Marcó

Participantes::

Ing. Agr. M. Sc. Juan A. López (h.), Dra. Susana Marcucci Poltri, Ing. Ftal. Leonel Harrand, Ing. Agr. Susana Torales, Ing. Agr. M. Sc. Noga Zelener, Lic. C. Acuña, Lic. Martín García, Ing. Agr. María Virginia Inza, Ing. Agr. Federico Larocca, Ing. Agr. Javier Oberschelp, Ing. Ftal. Pabla Y. Genes e Ing. Ftal. Jorge Pujato.

Ayudantes de campo: Mario Carmarán , Nicolás Alanís, Juan Sánchez, José Ruiz Diaz.

Instituciones participantes: EEA Concordia (C.R. Entre Ríos), EEA Bella Vista (C.R. Corrientes), EEA Cerro Azul (C.R. Misiones), Instituto de Biotecnología (C.I.C.VyA) e Instituto de Recursos Biológicos (C.I.R.N) del INTA.

Empresas participantes: Beyga-Humaitá S.A., Forestadora Tapebicuá S.A., Forestal Argentina S.A. y PeCom Forestal S.A.

