

SITUACIÓN ACTUAL DE LOS PROGRAMAS DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL DE LAS PRINCIPALES ESPECIES DEL GÉNERO *PINUS* Y *EUCALYPTUS* EN ARGENTINA

Martín A. Marcó¹

La estrategia para el desarrollo forestal pasa actualmente por la silvicultura intensiva de plantaciones, la cual ha pasado a significar el cultivo intensivo de árboles de una sola especie de rápido crecimiento, en gran escala, para la producción de madera industrial: postes, leña, pasta, madera aserradas, etc. (Banco Mundial, 1992). Ahora bien, el éxito o fracaso de este emprendimiento depende del soporte tecnológico que se disponga para asegurar la adaptabilidad, productividad y sostenibilidad del recurso forestal. En este esquema, la selección de especies y procedencias y la disponibilidad del recurso genético (recolección, conservación e intercambio) son quizás las premisas básicas para la producción masiva y continua (semilla y clones) de material mejorado.

Los principales programas de mejoramiento en el país están agrupados actualmente en el denominado Programa de Producción de Material de Propagación Mejorado (PPMPM), incluido en el Proyecto Forestal de Desarrollo elaborado por la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA) y que cuenta con financiación del Banco Mundial.

El PPMPM se ha puesto recientemente en marcha con la firma de un Convenio entre la SAGPyA y el INTA. El Programa tiene como objetivo principal el de contribuir al abastecimiento de material de propagación mejorado, semillas y clones, de las principales especies cultivadas en las principales regiones forestales del país.

El programa se compone de seis Subprogramas: pinos en Mesopotamia (*P. elliottii* y *P. taeda*, entre las exóticas, incluyendo también a *Araucaria angustifolia*, entre las nativas), eucaliptos en Mesopotamia (*E. grandis* y *E. dunnii*), álamos en el Delta (*P. deltoides*, *P. alba*, *P. nigra*, *P. P. x euroamericana*, *P. x interamericana* y *P. trichocarpa*), coníferas en la región Andino patagónica (*P. ponderosa* y *Pseudotsuga menziesii*, entre las exóticas, incluyendo también a latifoliadas tales como *Nothofagus nervosa* y *N. obliqua*, entre las nativas), eucaliptos en la región pampeana (*E. globulus*, *E. dunnii* y *E. viminalis*) y pinos y eucaliptos en el NOA (*P. taeda* y *P. patula*: complejo *patula-tecunumanii-greggii*) y (*E. grandis*).

En cada región participan también, mediante acuerdos específicos con el INTA, referentes calificados tales como empresas individuales o asociadas como es el caso del CIEF,

¹ Coordinador del Área Forestales de la E.E.A. Concordia del INTA y del Proyecto Forestal Mesopotámico del INTA

Universidades Nacionales, Direcciones de Bosques y Servicios Forestales Provinciales, otros organismos nacionales y ONG.

La mayoría de las estrategias de mejoramiento de pinos y eucaliptos en el país se basan en la selección recurrente por habilidad de combinación general, siendo las principales características favorecidas: vigor, forma y aspectos sanitarios. Recientemente se han incorporado algunas propiedades de calidad de la madera como la ausencia de rajado en el programa de selección de fenotipos superiores de *E. grandis* para la producción de clones con vistas a la industria del compensado (ej. Forestadora Tapebicua S.A., en Virasoro, Corrientes. La densidad de la madera, si bien esta comenzando a ser evaluada, aún no se ha constituido en un carácter excluyente en la 1ra generación de selección.

Como se sabe, el objetivo de la selección recurrente es el de aumentar la media de la población vía selección individual (masal) y familiar (intra o interpoblacional), manteniendo la variabilidad genética (Patto Ramalho, 1993). Se complementa además con la utilización de la hibridación interespecífica para combinar características deseables y eventualmente explotar el vigor híbrido, ampliamente utilizada en *Populus*, y en menor escala en *Eucalyptus* (ej. *E. grandis* x *E. urophylla* y *E. grandis* x *E. camaldulensis*) y *Pinus* (ej. *P. elliottii* x *P. caribaea* var. *hondurensis*, de amplia utilización en QLD, Australia, y *P. radiata* en New Zealand y Chile).

La situación actual por especie en las distintas regiones en las que se cultivan es la siguiente:

***P. taeda*:** Es la especie comercialmente más importante en el sudeste de USA con unas 11.7 millones de ha. Se la encuentra en 14 estados de USA, desde el sudeste de New Jersey hacia el sur hasta el centro de Florida y hacia el oeste hasta el este de Texas. El clima es húmedo, templado cálido con veranos largos y calientes e inviernos moderados. Las precipitaciones varían de 1020 a 1520 mm. El período libre de heladas varía de 5 meses en el norte a 10 meses en la costa sudeste. La temperatura media anual va de los 13°C hasta los 24°C.

En USA, muchos estudios de procedencias han demostrado diferencias en sobrevivencia, crecimiento, resistencia a enfermedades, tolerancia a sequía y frío. En muchas de estas diferencias se han detectado variaciones geográficas continuas y otras discontinuas. Esto ha llevado a muchos autores a considerar que muchas de ellas son raciales (Baker y Langdon, 1991).

En la RA y la región mesopotámica en particular, los resultados publicados por Barrett (1974) han revelado que la variación geográfica observada fue continua con gradientes de norte a sur y del interior hacia la costa. Los orígenes de mayor crecimiento proceden de Florida, de áreas cercanas al Golfo de México y del litoral Atlántico en el sur de su área nativa. Estos resultados fueron validados por resultados obtenidos comercialmente en Corrientes y Misiones donde orígenes del centro-norte de Florida (Ej. Marion, Columbia, Nassau) y Louisiana (Ej. Livingstone Parish) son comúnmente utilizados con ganancias de hasta el doble en productividad respecto de los testigos comerciales, alcanzando crecimientos de hasta 40 m³/ha/año en suelos de primera aptitud en la provincia de Misiones (Morales, Comunicación personal).

Actualmente se estima que existen más de 20.000 ha plantadas en la región mesopotámica con los orígenes más productivos. Sobre esta base el CIEF basa su estrategia de mejoramiento en la que prioriza la instalación de huertos semilleros clonales como sus principales poblaciones de producción de semilla mejorada (Baéz and White, 1987). Estas poblaciones base han permitido ya la habilitación de unas 55 ha de áreas de producción de semilla (APS) y la selección, clonación e instalación de unas 17 ha de huertos semilleros clonales (HSC) de INTA y APSA. Una gran parte de la demanda de semilla aún se cubre con importaciones directas de USA. Como resultado del PMPM se esperan disponer de 66 ha de APS y 61 ha de HSC (Rodríguez, 1997).

Pinus elliotii: Crece en una extensa área del sudeste de USA en donde es una de las especies más frecuentemente plantadas. Dos variedades son reconocidas: *P. elliotii* var *elliotii* (la más común) y *P. elliotii* var *densa*, que crece solamente en el tercio sur de Florida y en los Cayos. La variedad típica crece naturalmente desde Georgetown County (SC) hacia el sur hasta el centro de Florida y hacia el oeste hasta Tangipahoa Parish (LA). Dentro de su área natural, la distribución fue originalmente determinada por la susceptibilidad de los plantines al fuego, por lo que frecuentemente aparece cerca de arroyos y bordes de pantanos. El clima es cálido y húmedo con veranos lluviosos y otoños y primaveras más secos. La temperatura media anual es de 17°C con extremos de 41°C y -18°C y una estación de crecimiento de 250 días (Lohrey and Kossuth, 1991).

En USA, la variación geográfica asociada a lugar de origen parece ser clinal o continua debido a cambios graduales del clima templado del norte al subtropical del sur. (Lohrey and Kossuth, 1991). Pero, en general, la variación geográfica de la especie en su país de origen es considerada insignificante (Schmidting, 1997).

En la RA y la región mesopotámica en particular, los resultados publicados por Barrett (1974) han revelado que la variación geográfica parece ser discontinua (poblaciones cercanas con distinto comportamiento). Trabajos posteriores han confirmado esto e indicado que aparentemente el nordeste de Florida, particularmente el origen St. Johns, constituiría el mejor origen en cuanto a productividad para las condiciones templado-cálida de la región mesopotámica

Información más reciente (Rockwood, et al., Manuscrito en preparación), revela que la región de origen (procedencia) puede tener influencia en el crecimiento. Así, test de progenies de clones superiores de la CFGRP, UF, USA) - representando a 4 regiones fisiográficas del sudeste de USA -, plantados en Brasil y Argentina, muestran que los ortets procedentes de East-Central Florida Flatwoods, produjeron progenies de mejor crecimiento que sus similares de: Atlantic Coast Flatwoods, Southern Coastal Plain y Gulf Coast Flatwoods. Este resultado es coincidente con la recomendación dada por Schmidting, et al. 1997, esto es, la de concentrar selecciones por vigor del extremo sur del rango de la distribución de la especie en USA para ser utilizadas en Argentina.

En todos los casos, los valores de "breeding values" en USA no son indicativos en predecir la performance específica de las progenies en ambientes exóticos. Por esta razón, las

pruebas de progenies incluyendo controles locales son de extrema importancia para identificar los mejores genotipos (Rockwood, et al., Manuscrito en preparación).

En *P. elliottii* var. *elliottii* se disponen de huertos semilleros clonales de 1.0 gen. (INTA-Fiplasto Forestal S.A.), producto de selecciones locales de origen desconocido, y con un potencial de producción de unos 1.000 kg. de semilla por año. También existen en Misiones Areas de Producción de Semilla y Huertos Semilleros Clonales del origen St. Johns (Ej. las de APSA). Como resultado del PMPM se esperan disponer de 19 ha adicionales de HSC de generación avanzada (Rodríguez, 1997).

Según Picchi (1991), *P. elliottii* y *P. taeda* tienen mejores comportamientos en el pie de monte de la serranía del Aconquija en Tucumán que en otras áreas de la selva tucumano-oranense ubicadas a menor latitud, debido probablemente a la mayor cantidad de lluvias y mejor distribución de las mismas en la serranía tucumana mencionada. Ambas especies crecen más en Tucumán (*P. elliottii*: 20 m³/ha/año - *P. taeda*: 28 m³/ha/año) que en Jujuy y Salta (Picchi, 1991).

Los sobresalientes crecimientos logrados por estos orígenes en la región mesopotámica serían extrapolables a las condiciones de Tucumán. De acuerdo a los resultados al 5to año de un ensayo de orígenes de *P. elliottii* y *P. taeda* plantados en los ingenios azucareros "La Fronterita", próximo a Famailla y "La Providencia", próximo a Río Seco, entre los orígenes de *P. taeda* que más se destacaron en ambos sitios figuran: Nassau (Florida) y Livingstone (Louisiana), (Picchi, 1991).

Pinus caribaea: El área de origen de *P. caribaea hondurensis* se extiende desde los 18° de latitud N, Belice, hasta los 12° latitud N, Nicaragua, abarcando además Guatemala y Honduras. Se lo encuentra a altitudes que varían entre 0 y 800 metros. Desde el punto de vista climático, la región puede agruparse en 3 tipos climáticos: región perhúmeda (sin déficit hídrico. Ej. Alamicamba, Karawala), región húmeda con moderado déficit hídrico. Ej. Mountain Pine Ridge, Guanaja, Poptum y región subhúmeda (con fuerte déficit hídrico. Ej. Los Limones, Culmi) (Golfari, 1991).

Según Golfari (1991), en la Argentina las áreas más adecuadas para los caribaea se encuentran en Corrientes, Misiones y las provincias de la región NOA a altitudes entre 500 y 1200 metros, faldeos orientales del Aconquija, sierra de Santa Barbara y norte de la ciudad de Jujuy.

CAMCORE tiene muestreado más de 40 procedencias y 2000 árboles madres de la var *hondurensis*. Los resultados de ensayos del CAMCORE revelan que como exóticas, las mejores procedencias en áreas costeras son precisamente las costeras, mientras que en áreas del interior las procedencias costeras y del interior son similares.

En Corrientes y Misiones se destaca en productividad la var *hondurensis*, no obstante, la var. *caribaea* fue la preferida inicialmente por su mejor forma. Entre los orígenes más

destacados de la var *hondurensis* se citan: Culmi e Isla de Guanaja (Honduras) y la procedencia mejorada de Queensland, Australia (Sonvico, 1991). En cuanto a la frecuencia de cola de zorro, la cual se manifiesta mas en la var. *hondurensis* y menos en la var típica, hay diferencias entre orígenes. Así, los de mayor frecuencia son: Alamicamba y Karawala, los intermedios son: Mountain Pine Ridge y el menor: Los Limones. El origen Culmi que es uno de los mas productivos figura entre los de menor frecuencia cuando se analiza la frecuencia de cola de zorro en una serie larga de años (Barrett, 1991).

En Jujuy, a altitudes de entre 1000 a 1500 metros, *P. caribaea* var. *bahamensis* (orígenes: Islas de Andros y Great Abaco, Bahamas) es la más productiva de las tres variedades, superando además a *P. elliottii* y *P. taeda*. El potencial de la var. *bahamensis* también se refleja en los resultados a los 22 años del ensayo establecido por Golfari en Alpachiri, Tucumán (Picchi, comunicación personal), Misiones (Fahler, 1985a, Fahler, 1985b) y Corrientes (López, 1992).

Una excelente revisión y situación actual del mejoramiento genético de *P. caribaea* Morelet y de sus híbridos, fue recientemente publicada por Dieters and Nikles en la 24th SFTIC, celebrada en Orlando, Fl, el año pasado, y por Powell and Nikles en la QFRI-IUFRO Conference, celebrada en Caloundra, Queensland, en 1996.

P. elliottii var *elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis*: Los F1 híbridos de *P. elliottii* *elliottii* (PEE) x *P. caribaea* var *hondurensis* (PCH) producidos por el Dr. Garth Nikles en QLD, Australia han demostrado vigor híbrido y buena complementación de características deseables. (*P. elliottii* tiene buena resistencia a vientos fuertes, buena forma y esta adaptado a sitios pobremente drenados mientras que *P. caribaea* var *hondurensis* tiene una buena tasa de crecimiento (hábito de crecimiento continuo), una madera relativamente uniforme y ramas finas (Nikles, 1991).

En sitios pobremente drenados del SE de QLD, los híbridos muestran una clara superioridad en crecimiento respecto de las especies parentales y combinan satisfactoriamente una buena forma y resistencia al viento. Estas razones motivaron que a partir de 1985 se decidiera plantar con exclusividad los híbridos F1 en vez de *P. elliottii*.

En sitios bien drenados, los híbridos F1 no superan en crecimiento a *P. caribaea* var *hondurensis*, pero muestran mejor forma y resistencia a vientos. Estas razones motivaron que a partir de 1991 se decidiera plantar con exclusividad los híbridos F1 en vez de la tradicional especie *P. caribaea* var *hondurensis* (Powell and Nikles, 1996).

Prometedor es también el híbrido entre la var. *hondurensis* y la var. *caribaea* (inter-variety hybrids, Nikles, 1995, citado por Dieters and Nikles, 1997), en tierras bajas y costeras del centro de QLD (Dieters and Nikles, 1997). Este híbrido muestra muy buena forma e inserción (flat) de ramas con crecimientos similares al de la var. *hondurensis* pero con mayor firmeza al viento, lo que hace promisorio para zonas tropicales bajas con mucha incidencia de vientos fuertes (Dieters and Nikles, 1997).

En la actualidad la estrategia de producción de híbridos de PEE X PCH en Australia, se basa en la selección de progenitores de ambas especies por separado y en la utilización de huertos semilleros monoclonales (Simpson, 1991). Para el año 2002, se estima que el programa estará totalmente implementado en el SE de QLD con un programa anual de plantación de unas 3.000 ha. Actualmente producen unos 2 millones de estacas que complementan la escasa producción de semilla F1 obtenida (Walker, et al. 1996).

Los híbridos PEE X PCH experimentados por Barrett en la región mesopotámica, particularmente Corrientes, han demostrado buenas condiciones de adaptación al medio. La supervivencia es alta, los crecimientos superan a *P. elliottii* no así a las *var hondurensis* y *var bahamensis* y la forma de los troncos es sensiblemente superior a todos. Tal cual lo que sucede en Queensland, Australia, los híbridos PEE X PCH tienen un gran potencial en las áreas de gran cultivo de *P. elliottii* y en zonas que el frío pueda limitar a la especie *P. caribaea* (Barrett, 1991).

Experiencias recientes informadas por el INTA Concordia, destacan el buen comportamiento con respecto a frío de los F1 y F2 híbridos (intermedios entre los padres) y, en particular de la retrocruza (PEE X PCH) X PEE), similar a *P. elliottii*. Dada la abundancia de sitios aptos para el cultivo de *P. elliottii*, se estima que la utilización comercial de estos híbridos en reemplazo de *P. elliottii*, puede llegar a tener un impacto significativo en la producción en sitios bajos húmedos. En este momento el abastecimiento principal de materiales de semillas corresponde a híbridos F2, procedentes de QLD, Australia y de un huerto clonal semillero F1, ubicado en Ituzaingó, Ctes, propiedad de la firma Fiplasto Forestal S.A. Estos híbridos F2 son más variables pero aún conservan una buena productividad.

***Pinus patula*:** La especie ocurre naturalmente en México entre los 16° a 24° N de latitud, generalmente restringido a sitios húmedos, subtropicales y casi templados con suelos arcillosos y profundos. Se localiza con mayor frecuencia entre los 2100 a 2800 metros de altitud. CAMCORE tiene muestreado alrededor de 22 procedencias y 510 árboles madres recolectados en México. Los resultados de ensayos del CAMCORE revelan que las procedencias de la parte central del rango de distribución natural de la especie en Hidalgo y Veracruz parecen ser más productivas que las de los extremos. La procedencia Potrero de Monroy, Veracruz, México (Lat: 20° 24'N - Long: 98° 25'W - Altitud: 2320-2480 metros - Precipitación: 1350 mm), parece ser excelente. La procedencia del sudeste de Oaxaca tiene características similares a *P. tecumanianii* y ha mostrado poca resistencia al frío. La calidad de la madera es buena para pulpado y aserrado (Dvorak y Donahue, 1992; Dvorak, 1994).

Picchi (1987 y 1994), destaca el comportamiento de *P. patula* en condiciones de clima subtropical montano de régimen monzónico, citando por ejemplo un IMA promedio de 36 m³/ha/año a los 11 años en Lozano, Jujuy (1750 metros) y 27 m³/ha/año a los 14 años en Yala (2150 metros). De 16 orígenes y 1 procedencia ensayados en los dos sitios antes mencionados, destaca el de Sa. de Guatemala (Tamaulipas), como uno de los más destacados. Este sería también recomendable en las alturas de los faldeos orientales del Aconquija. El mismo autor

(información no publicada), destaca el buen comportamiento de *P. patula* a los 22 años en un ensayo de 15 especies de pinos ubicado en Alpachiri (500-650 metros), Tucumán.

Como resultado del PPMPM se esperan disponer de 2.5 ha de un APS y de 3 ha de un HSC de primera generación del complejo *P. patula-tecunumanii-gregii* (Picchi, 1997).

Existen además muchas otras especies con potencialidad para la región. El CAMCORE, por citar un ejemplo, ha identificado en Colombia a *P. tecunumanii* (1200 m a 2000 m) y *P. maximinoi* (> 2000 m) como especies promisorias. Esta última puede producir un volumen igual al de *P. patula*. *P. chiapensis* es otro ejemplo, a altitudes de 1500 - 2000 m y lluvias superiores a los 2000 mm, crece casi como *P. tecunumanii* (Endo, 1994).

Pinus ponderosa y *Pseudotsuga menziesii*: La primera es originaria de los Montes Rocallosos y de la zona costera de América Boreal, desde Méjico hasta el sudoeste de Canadá. La segunda es originaria del oeste de Canadá y oeste y medio de USA. *Ponderosa pine* se extiende de los 52° hasta los 33° N, mientras que *Douglas-fir* se extiende de los 19° a los 55° N. Estas especies se cultivan en la zona de ecotono entre el bosque nativo andino-patagónico y la estepa patagónica, donde a pesar de crecer rápido y brindar una muy buena calidad de madera aún se plantan a muy pequeña escala. La introducción de ciertas procedencias del oeste de USA se basaron mas en analogías climáticas que en resultados experimentales de ensayos de orígenes de semilla. Se dispone entonces de esa información para orientar futuros ensayos de procedencias de estas coníferas. Como resultado del PPMPM se esperan disponer de ensayos de orígenes y progenies y de 29 ha de un APS de *P. ponderosa* y 4 ha de un APS de *P. menziesii*. Además de 8 ha de un HS Progenies de la primera y 5 ha de la segunda especie (Gallo, 1997).

E. grandis es una especie cuya principal área de ocurrencia continua se da entre las latitudes 32° (New South Wales) y 25° S (Queensland). Ocurre en forma mas o menos discontinua a las latitudes 21°, 16° y 19° S (Queensland). Se lo encuentra a altitudes variables entre los 0 y 600 m sobre el nivel del mar en la faja de distribución continua y entre los 500 y 1100 m. sobre el nivel del mar en la región donde ocurre en forma discontinua. El clima varía de subtropical húmedo en el sur de su distribución natural con poca ocurrencia de heladas, a tropical húmedo en el norte (Atherton, Queensland), con mayor frecuencia de heladas a elevadas altitudes. Las precipitaciones varían entre los 1000 y 3500 mm, (Boland y otros, 1985).

E. grandis fue introducida en la región hace aproximadamente unos 60 años, sin datos concretos de su origen geográfico y genético (Mendonza, 1964). Esta procedencia local fue la principal fuente de semilla utilizada en las plantaciones comerciales hasta fines de la década del 70. Posteriormente, fue reemplazado por la procedencia sudafricana de huerto semillero (Sabie, Transvaal) de mayor crecimiento, uniformidad y mejor forma. Esta procedencia aún concentra gran parte de la demanda de semilla comercial. No obstante, la potencialidad manifestada por ciertos orígenes australianos en ensayos de productividad, los que en términos productivos igualan a la procedencia de huerto de Sudáfrica, ha contribuido a que ya se utilicen comercialmente semillas australianas. Todo esto redundará en una mayor diversificación genética, lo que es

propicio para enfrentar fenómenos bióticos o abióticos inesperados, sin sacrificar la productividad media ganada.

En el año 1991, el INTA inició el establecimiento de poblaciones base en *E. grandis*, las que se constituyeron con - en promedio 160 OP familias -: 25 % locales y 75 % de 10 orígenes australianos del SE de QLD y NSW, que se plantaron en parcelas de una sola planta con 20 repeticiones en 4 sitios de la región mesopotámica. Actualmente se han convertido dos sitios de la red en huertos semilleros por raleo genético de individuos inferiores de todas las familias. En el año 1996, el INTA completó la segunda serie de instalación de ensayos de poblaciones base con la plantación en 5 sitios de otras 160 familias OP (95 % australianas del N de QLD y 5 % locales), utilizando el mismo tipo de diseño experimental. Todo lo cual conformará una población de mejora de aproximadamente 30.000 individuos. La idea es aplicar una intensidad de selección de 1.3 %, suficiente para contar con las mejores 200 selecciones de cada serie (1991 y 1996).

E. dunnii es una especie de presencia restringida en el nordeste de New South Wales (latitud 30° S) y sudeste de Queensland (latitud 28° S), entre los 300 y 750 m sobre el nivel del mar. El clima es caluroso y húmedo, con ocurrencia de heladas y precipitaciones variables entre los 1000 y 1750 mm. Es una especie de crecimiento rápido con cierta tolerancia a heladas.

Comparando las áreas nativas de *E. grandis* y *E. dunnii*, en el mismo rango latitudinal de ocurrencia, *E. dunnii* aparece a mayores altitudes y con mayor ocurrencia de heladas. La temperatura mínima media del mes más frío es de 0° - 3° C. para *E. dunnii* y de 3° - 8° c para *E. grandis* (Boland y otros, 1985).

E. dunnii fue introducida en el país hace 15 años, cuando se implanta el primer ensayo con la especie en Santa Fe (Maradei, 1987). Posteriormente complementado por los establecidos por INTA en Entre Ríos (1980) y Misiones (1981). En todas las introducciones de semilla realizadas se contó con datos ciertos y documentados del origen geográfico utilizado.

Las principales características que destacaron a esta especie fueron su buen crecimiento y forma de los árboles, uniformidad de las plantaciones, buen desrame natural (Maradei, 1987) y mayor tolerancia a frío respecto de *E. grandis* (Pujato y otros, 1983).

A nivel de especies, los resultados experimentales indican que *E. grandis* y *E. dunnii* tienen crecimientos parecidos en la región de Concordia. La superioridad del primero en volumen por ha es en promedio un 20% mayor, la que se vería compensada en los rendimientos en toneladas por ha dada la mayor densidad básica de la madera de *E. dunnii*, la que en términos promedios es un 20 % mayor (520 kg/m³ vs. 435 kg/m³, para las condiciones de Concordia). Esta característica aunada a la de la conocida mayor resistencia de frío respecto de *E. grandis*, la buena forma que en general exhiben los árboles y la llamativa uniformidad de las plantaciones de 1ra generación introducidas desde Australia, constituyen los principales atractivos de *E. dunnii*. La principal reticencia de su utilización regional en E. Ríos es que la madera raja mucho más que *E. grandis*, lo que sería una desventaja para la industria del aserrado. Por lo demás, la especie

tiene aptitud para la producción de pasta, postes y laminado (Sánchez Acosta, comunicación personal).

A nivel de orígenes dentro de especies, la variación es mayor en *E. grandis* que *E. dunnii*. En la primera se destacan la potencialidad del crecimiento de ciertos orígenes australianos de NSW (Ej. Kendall y Bulahdelah) y del SE de QLD (Ej. Caboolture y Woondum St. Forest), así como las procedencias mejoradas de huerto semillero de Sabie, Transvaal, South Africa, mientras que en la segunda los orígenes se comportan bastante similares (Ej. Urbenville vs. Coffs Harbour).

En *E. dunnii*, el INTA y CIEF disponen en la región pampeana y mesopotámica de poblaciones base conformadas como orígenes-progenies de selecciones locales (15 %) y australianos (85 %), correspondientes a 76 progenies plantadas en parcelas lineales de una sola planta en un mínimo de 6 sitios. Algunos sitios en Buenos Aires se han convertido en huerto semilleros. A corto plazo se dispondrán de dos nuevos rodales y un huerto clonal semilleros (López, 1997). Es oportuno recordar que la producción de semilla en la provincia de Buenos Aires es más precoz y abundante que en zonas más cálidas y húmedas de la región mesopotámica.

En la región NOA, de las muchas especies de *Eucalyptus* ensayadas entre los 1200 y 1500 metros se destacan: *E. saligna*, *E. grandis*, *E. viminalis* y *benthamii*, pero la potencialidad existe para muchas otras tales como *E. nitens*, *E. macarthurii*, *E. badjensis* y *E. smithii* (Picchi, comunicación personal). Para regiones de menor altitud (300 - 400) tal como la Yuto, Jujuy, especies como *E. grandis* y *E. dunnii* son muy promisorias (Varela, comunicación personal).

***E. globulus*:** Ocurre naturalmente a lo largo de la costa este de Tasmania, las islas Flinders y King en el estrecho de Bass y en el cabo de Otways, Strzelecki Ranges y Wilson Promontory en la costa sur de Victoria. El rango latitudinal y altitudinal van de los 38° ½ - 43° ½ S y desde el nivel del mar hasta los 450 m sobre el n/mar, respectivamente. El clima es en general fresco y húmedo con lluvias de 600-1400 mm/año, concentradas en invierno en muchas de las localidades. La temp. media máxima del mes más cálido es de 20-23°C y la mínima media del mes más frío 0-8°C, con 5-40 días con heladas aún en áreas cercanas a la costa Boland, et al., 1985).

***E. maidenii*:** Ocurre naturalmente sobre las laderas de los acantilados en la costa sur de NSW y en el este de Victoria. El rango altitudinal varía de los 34° ¾ a 37° ½ S, y el altitudinal, de los 200-900 m sobre el n/mar. . El clima va de cálido a fresco y húmedo con lluvias de 600-1400 mm/año bien distribuidas durante todo el año. La temp. media máxima del mes más cálido es de 23-27°C y la mínima media del mes más frío - 4 a 2°C, con 20-80 días con heladas (Boland, et al., 1985).

E. globulus es la especie de mayor importancia económica y se cultiva con éxito únicamente en el sudeste de la provincia de Buenos Aires. *E. maidenii*, se desarrolla bien en el norte de la provincia de Buenos Aires y sur de Santa Fe, cerca de la costa del río Paraná. Sé esta plantando actualmente en el sudeste de Entre Ríos (Delta del Paraná) y experimentalmente en la

región de Concordia. Existen además plantaciones comerciales de *E. globulus* en la zona de Colón producto de inversiones de capitales españoles. Si bien las plantaciones tienen inicialmente un buen desarrollo, al cabo del 2do año ya muestran claros síntomas de mala adaptación, los que progresan con el tiempo al entrar los árboles en franca competencia. Para contrarrestar esto, la empresa española ha planteado una estrategia clonal a partir de la selección de los ejemplares más adaptados.

Para la región de Concordia, los resultados de la evaluación de las alturas totales a los 22 meses de edad de un ensayo de orígenes/progenies de ambas especies (176 progenies de 23 orígenes australianos y 3 procedencias de: Chile, España y Portugal)-(Convenio INTA-SOPORCEL), mostraron la existencia de diferencias altamente significativas para sets de orígenes y progenies dentro de orígenes de *E. globulus* y *E. maidenii*. El mejor set correspondió a *E. globulus*, no obstante presentar ya problemas de adaptabilidad a las condiciones agroecológicas de la zona de Concordia, tales como: manchas foliares, defectos de forma y brotes epicórmicos.

Los mejores orígenes de *E. globulus*, correspondieron a los del estado de Victoria (Ej. Otways y Jeeralang), así como algunos de Tasmania (Ej. Moogara y Hermons). Para *E. maidenii*, los mejores correspondieron a Belowra y Bolaro, NSW. Las procedencias de *E. globulus* de España y Chile, mostraron un comportamiento intermedio, mientras que la procedencia local de Cortines, Buenos Aires, se ubicó en las últimas posiciones del ranking. Con respecto a frío, ambas especies mostraron una mayor tolerancia que ensayos clonales y plantaciones comerciales de *E. grandis* ubicados aledaños a los lotes de *E. globulus*.

En el año 1994, INTA Castelar introdujo una colección de orígenes/progenies australianos de ambas especies, como parte de las actividades previstas en el Convenio firmado entre INTA y SOPORCEL de Portugal. En total se introdujeron 250 progenies de 11 orígenes australianos y 4 procedencias de: Chile, España y Portugal. Esta colección fue completada con semillas full sibs and half sibs y clones, producto del programa de mejoramiento de SOPORCEL en Portugal. Entre 1996 y 1997 se plantó una red de ensayos en diferentes sitios del sudeste de Buenos Aires. Los primeros resultados de la serie *E. globulus* publicados recientemente por López, et al., 1997, revelan que los orígenes de mejor comportamiento en cuanto a desarrollo y forma, son los del estado de Victoria, en particular: Otways State Forest (Informe Anual 1997, Convenio INTA-SOPORCEL).

E. viminalis: La especie se encuentra en una gama muy variada de condiciones ecológicas. Se distribuye naturalmente desde los 43° S en Tasmania, a través de Victoria, sureste de South Australia, este de NSW y ACT, hasta el borde con QLD a unos 29° de latitud S. Se la encuentra desde el nivel del mar en SA hasta los 1.400 m s/n/m en la parte norte de NSW. El clima es muy variable con lluvias que van de los 500 a los 2.000 mm por año. Los veranos son templados y los inviernos frescos a frío con muchas heladas en las zonas altas. (Eldridge, et al., 1993).

Los resultados de ensayos de orígenes y procedencias en la provincia de Buenos Aires (Mendoza, 1974, Alliani y Gea, 1990), si bien no demuestran claramente la existencia de un área de origen claramente superior, si destacan que aquellos provenientes de menor latitud y elevada altitud, combinan –en general- buena tasa de crecimiento y resistencia a frío, destacando al origen Bonang del estado de Victoria, VIC, en particular.

Como resultado del PPMPPM se esperan disponer de 2 ha de un APS y una población mejorada a partir de progenies selectas (López, 1997).

Técnicas complementarias: Programas de macro y micropropagación, principalmente de eucaliptos, se llevan a cabo en las EEA's del INTA en Bella Vista (Ctes), Concordia (E.Ríos) y Castelar (B. Aires). Las cuales disponen de un importante número de selecciones de variadas especies en bancos clonales que alimentan los test clonales y los programas de cruzamientos controlados ya en ejecución.

En cuanto a técnicas de identificación clonal, en la EEA INTA Delta del Paraná se ha avanzado en la caracterización molecular mediante la técnica de RAPD en álamos y sauces (Cortizo, 1997), pero aún resta lograrse en eucaliptos. En la EEA INTA Bariloche se dispone además de un laboratorio para electroforesis de isoenzimas

En polinización controlada en eucaliptos, las actividades se desarrollan en Castelar (Instituto de Recursos Genéticos, CIRN, del INTA) y en Concordia (EEA INTA). La técnica esta orientada principalmente a la obtención de híbridos interespecíficos, siendo las principales especies intervinientes: *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. dunnii*, *E. globulus*, pensándose en incorporar a la brevedad *E. nitens*. Hasta el presente, se destaca en ensayos clonales el híbrido de *E. grandis* x *E. camaldulensis*, por su buen crecimiento y tolerancia a frío.

Referencias consultadas

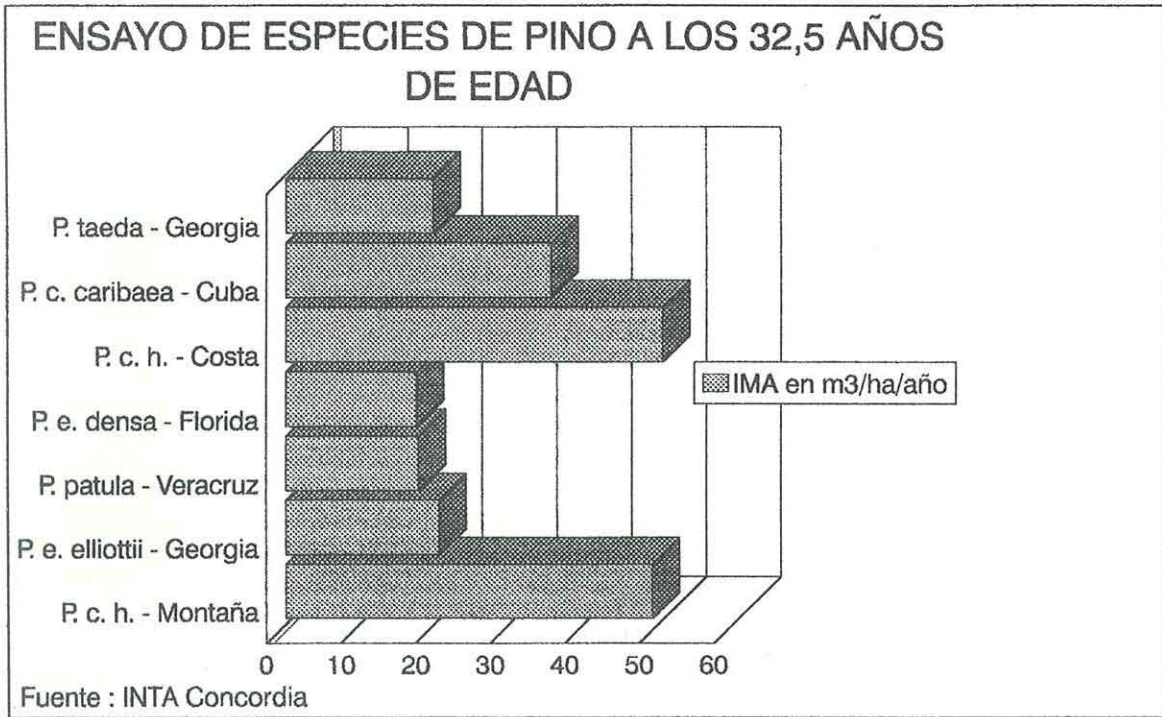
- Alliani, R. C. Y L.D. Gea. 1990. Daños de heladas en un ensayo de especies y orígenes de eucaliptos en el norte de la región pampeana. Actas de las Jornadas sobre Eucalipto para la Región Pampeana. CIEF, Buenos Aires. p38-48.
- Baéz, M.M and T.L. White. 1997. Breeding strategy for the first-generation of *Pinus taeda* in the northeast region of Argentina. In: Proc. 24th Southern Forest Tree Improvement Conference. Orlando, Fl, USA: 110-117.
- Baker, J. B. and G. Langdon. 1991. *Pinus taeda* L. In Silvics of North America I. Conifers. Agric. Handb. 654. Washington, DC: US Department of Agriculture: 497-512.
- Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento/Banco mundial. 1992. El Sector Forestal. Documento de Política del Banco Mundial. Washington, DC, USA. p. 88.
- Barrett, W.H. 1974. Ivariación geográfica en *Pinus elliottii* Engelm. y *P. taeda* L. II. Cinco años de crecimiento en el nordeste argentino. IDIA Suplemento Forestal 1973-74, 18-39.
- Barrett, W.H. y S.M. Danner. 1991. Frecuencia del carácter "cola de zorro" en *Pinus caribaea* var *hondurensis*. Jornadas sobre *Pinus caribaea* (CIEF), Eldorado, Misiones. Actas:23-26.
- Barrett, W.H., M. Danner. y A. Henning. 1991. Híbridos de *P. elliottii* var *elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* en cultivo en el norte de Corrientes. Jornadas sobre *Pinus caribaea* (CIEF), Eldorado, Misiones. Actas:107-112.
- Birks, J.S. and R.D. Barnes. 1990. Provenance variation in *P. caribaea*, *P. oocarpa* and *P. patula* ssp. *tecunumanii*. Tropical Forestry Papers 21, Oxford Forestry Institute, UK. 40p.
- Boland, D.J., M.I.H. Brooker., G.M. Chippendale., N. Hall., B.P.M. Hyland., R.D. Johnston, D.A. Kleinig and J.D. RTurner. 1985. Forest Trees of Australia. CSIRO, East Melbourne, Australia. 687p.
- Convenio INTA-SOPORCEL. 1997. Informe anual de actividades.
- Cortizo, S. 1997. Documento elaborado para el PPMPM del Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF).
- Dieters, M.J. and D.G. Nikles. 1997. The genetic improvement of caribbean pine (*P. caribaea* Morelet)-building on a firm foundation. In: Proc. 24th Southern Forest Tree Improvement Conference. Orlando, Fl, USA: 33-52.
- Dvorak, W.S. and J.K. Donahue. 1992. Camcore Cooperative Research Review 1980-1992. NC State University, USA.,. 93p.

- Dvorak, W.S. 1994. Mexican and central american pines for tropical areas. Mexican and central american pines for areas requiring cold tolerance. Technical Notes of the
- Eldridge, K., J. Davidson, C. Harwood and G. Van Wyk. 1993. Eucalypt Domestication and Breeding. Clarendon Press. Oxford. 288p.
- Endo, M. 1994. CAMCORE: Twelve years of contribution to reforestation in the andean region of Colombia. *Forest Ecology and Management*, 63:219-233.
- Fahler, J.C., Orozco, E.G., y Gimenez. 1985a. Evaluación de especies del genero *Pinus* en Cerro Azul, Provincia de Misiones. Datos analizados a los 4,10 y 14ños. INTA E.E.A. Misiones, Informe Técnico N° 43. 18p.
- Fahler, J.C., Orozco, E.G., Di Lucca, C.M. y Gimenez. 1985b. Evaluación de especies del genero *Pinus* en el Departamento Guarani, Misiones, Argentina. Análisis a los 3, 5, 10 y 15 años de edad. INTA E.E.A. Misiones, Informe Técnico N° 44. 19p.
- Gallo, L. 1997. Documento elaborado para el PPMPM del Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF).
- Golfari, L. 1991. Distribución geográfica de las plantaciones de *P. caribaea* Morelet. en Argentina, Uruguay, Paraguay y Brasil. Jornadas sobre *Pinus caribaea* (CIEF), Eldorado, Misiones. Actas:23-26.
- Lohrey, R. and S.V. Kossuth. 1991. *Pinus elliottii* Engelm. In *Silvics of North America I. Conifers*. Agric. Handb. 654. Washington, DC: US Department of Agriculture: 338-347.
- López, G. J.R. Traverso, C. Esparrach, M. Galetti. 1997. Analisis preliminar de 250 progenies de *E. globulus* sp. *globulus* en dos localidades de la provincia de Buenos Aires, Argentina. In. Proc. IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997. Proceedings. Colombo: EMBRAPA. CNPF, 1997. 4v. p. 77-82.
- López, G. 1997. Programa de Mejoramiento Genético Forestal: Eucalyptus en la región pampeana. Documento de Avance del PPMPM (SAGPyA-BIRF).
- López, J.A. (h) y J.A. Smith. 1992. Variación y performance de *Pinus caribaea* Morelet en suelos arenosos del oeste de Corrientes. Jornadas sobre Pinos Subtropicales (CIEF), Eldorado, Misiones. Tomo I:55-64.
- Maradei, D. 1987. *Eucalyptus dunnii*: primeros resultados en la Argentina. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales, CIEF, Buenos Aires. Tomo III, p.43-52.
- Mendoza, L.A. 1974. Ensayos de procedencias de *E. camaldulensis* Dehn y *E. viminalis* Labill., en el norte de la provincia de Buenos Aires. IDIA Suplemento Forestal 1973-74, 53-60.

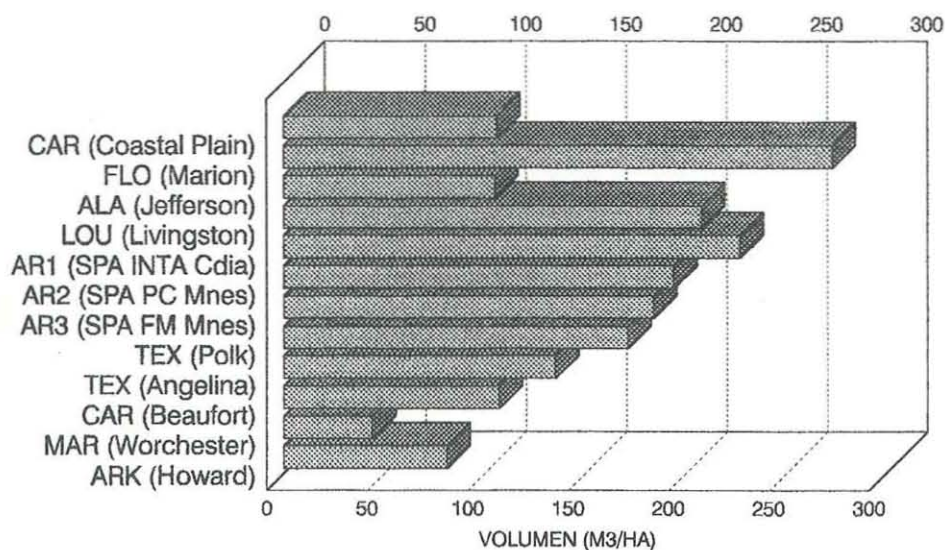
- Morales, A. Comunicación personal.
- Nikles, D. G. 1991. Increasing the value of future plantations in Argentina and southern Brazil using slash x Caribbean pine hybrids developed in Queensland. In Jornadas sobre *Pinus caribaea*. Eldorado, Misiones, Argentina, 25-26 de Abril de 1991. CIEF, Misiones, Argentina. P93-102.
- Patto Ramalho, Magno A. 1993. Empleo da Selecao Recorrente no Melhoramento de essencias Florestais. Anais do I Simposio Brasileiro de Pesquisa Florestal. Belo Horizonte, MG, Brasil:21-37.
- Picchi, C. G. 1987. Comportamiento de orígenes y progenies de *P. patula* en el departamento capital, provincia de Jujuy. Simposio sobre Silvicultura y Mejoramiento Genético de Especies Forestales, CIEF, Buenos Aires. Tomo III, p.11-22
- Picchi, C.G. 1991. Resultados preliminares de dos ensayos de introducción de orígenes de *P. elliottii* y *P. taeda* en la prov. de Tucuman. II Jornadas de Información Científico-Técnicas, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional de Jujuy, San salvador de Jujuy, 11-13/12/1991. p.18-24.
- Picchi, C.G. 1992. Informes Técnicos no publicados y comunicación personal.
- Picchi, C.G. 1997. Documento elaborado para el PPM del Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF).
- Powell, M.B. and D.G. Nikles. 1996. Genetic parameter estimates and predicted breeding values for diameter, height and stem straightness of *P. elliottii*, *P. caribaea* var *hondurensis* and their fl hybrid. In Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. and Walker, S.M. (eds). pp. 169-172. Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc. QFRI-IUFRO Conf., Caloundra, Queensland, Australia, 27 October-1 November (Queensland Forestry Research Institute, Gympie).
- Pujato, J., R.M. Marlats y S. Gimenez. 1983. *Eucalyptus dunnii*: datos sobre crecimiento y resistencia a las heladas en el primer año de plantación. Actas del V Congreso Forestal Argentino. Santa Rosa, La Pampa. Tomo (II) 4.175:4.183.
- Rockwood, D.L. M.A. Marcó. And D.M.Chaves. Provenances and progeny variability in slash pine grown in southern Brazil and northeastern Argentina. Manuscrito en preparación.
- Rodriguez, G. 1997. Documento elaborado para el PPM del Proyecto Forestal de Desarrollo (SAGPyA-BIRF).

- SAGPyA-BIRF. 1997. Proyecto Forestal de Desarrollo. Documento de la Secretaria de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación de Argentina y Banco Mundial. Buenos Aires, Argentina.
- Sánchez Acosta, M. Comunicación personal.
- Schmidtling, R.C. M.A. Marcó and T. LaFarge. 1997. Performance of select slash pine in Argentina and USA. In: Proc. 24th Southern Forest Tree Improvement Conference. Orlando, Fl, USA: 384-386.
- Simpson, a. 1991. Changing land resource, taxa preference and fertilizers use in exotic pine plantation in south east Queensland. Third Australian Forest Soils and Nutrition Conference. Melbourne, page 31-32.
- Sonvico, M.A. 1991. Comportamiento de orígenes y familias dentro de orígenes de *Pinus caribaea var hondurensis* Barrett y Golfari en suelos arenosos del norte de Corrientes. Jornadas sobre *Pinus caribaea* (CIEF), Eldorado, Misiones. Actas:80-92.
- Varela R. 1994. Comunicación personal.
- Walker, S., H. Russell. and M. Dieters. 1996. Beyond 2000: clonal forestry in Queensland. pp. 351-354. In Dieters, M.J., Matheson, A.C., Nikles, D.G., Harwood, C.E. and Walker, S.M. (eds). pp.. Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. Proc. QFRI-IUFRO Conf., Caloundra, Queensland, Australia, 27 October-1 November (Queensland Forestry Research Institute, Gympie).

APENDICE

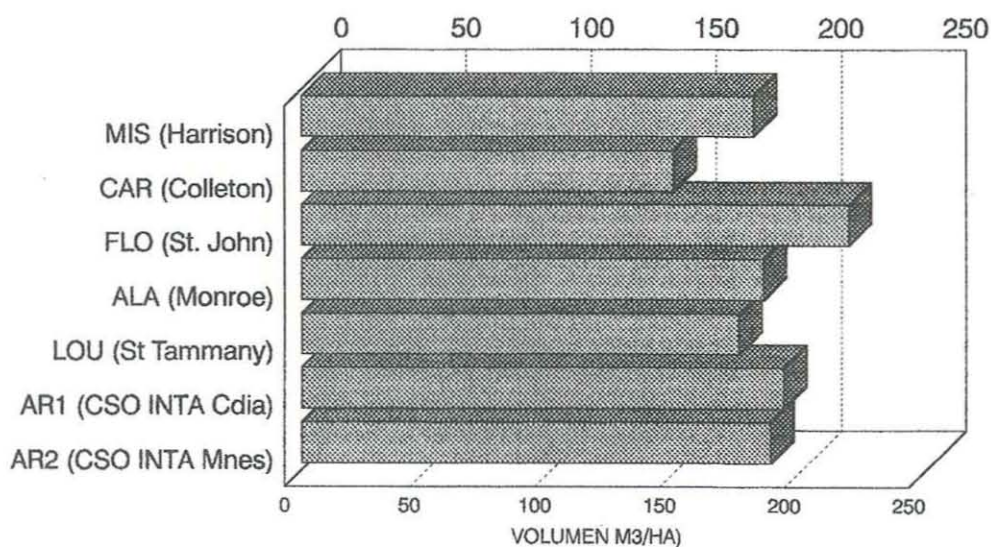


Volumen a los 6,5 años de un ensayo de orígenes de *P. taeda* en Pto. Esperanza, Misiones, Argentina.



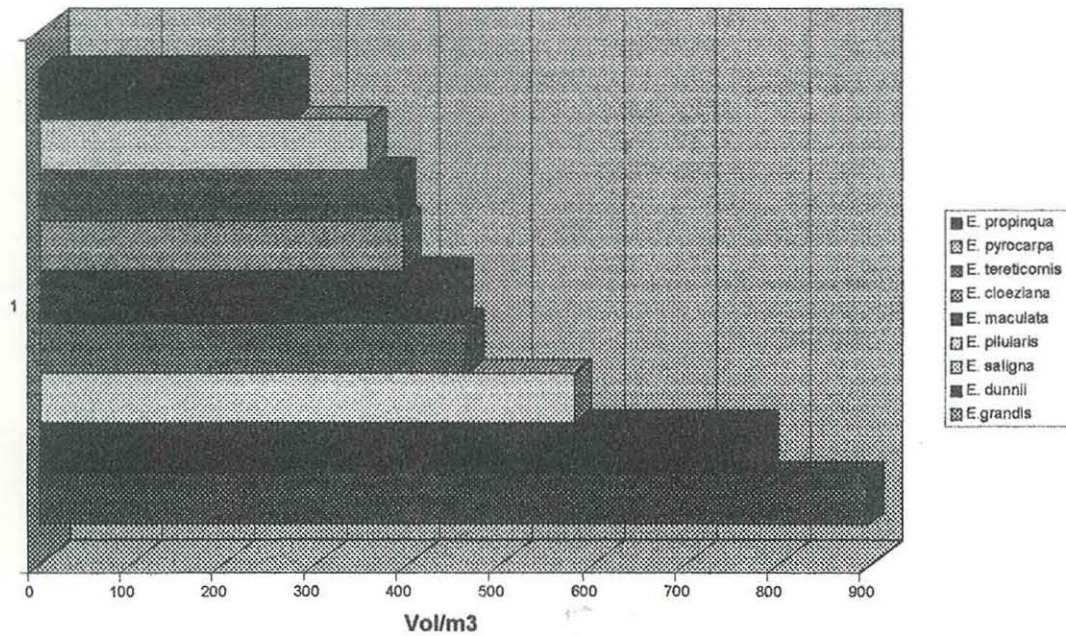
Fuente: USDA Forest Service INTA (Datos prop. por G. Rodriguez EEA Montecarlo)

Volumen a los 6,5 años de un ensayo de orígenes de *P. elliottii* en Pto. Esperanza, Misiones, Argentina.

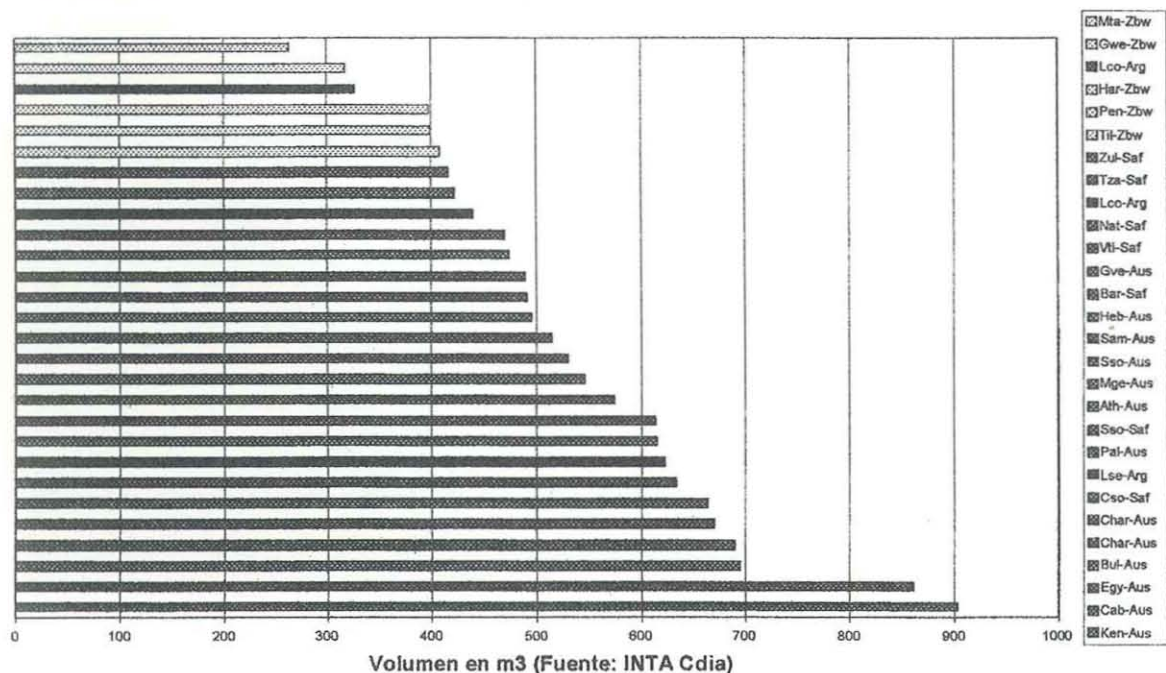


Fuente: INTA-USDA Forest Service (Datos prop. por G. Rodriguez INTA EEA Montecarlo)

Volumen en m³/ha a los 15 años de 9 especies de Eucalyptus en Concordia

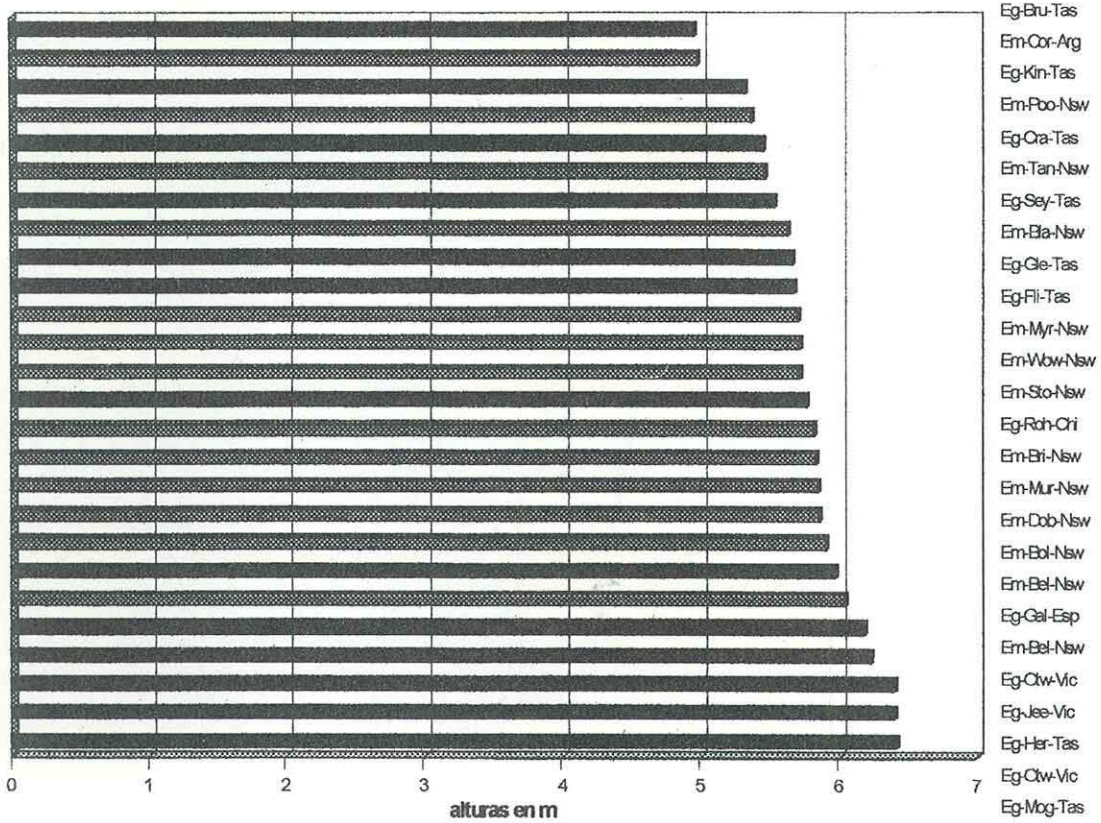


Volumen en m³/ha a los 14.4 años de 28 orígenes y procedencias de E. grandis en Cdia.



Alturas a los 22 meses de orígenes de *E. globulus* y *E. maidenii* en Cdía

(Fuente: Convenio INTA-SOPORCEL)



fin