



ISSN: 1688 - 9258

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

Jornada Técnica

Diversificación de especies forestales en zona sur



Jueves 26 de abril de 2012

Serie de Actividades de Difusión
Nº 680

INIA Tacuarembó



TABLA DE CONTENIDO

| | |
|--|----|
| INTRODUCCIÓN | 2 |
| DIVERSIFICACION FORESTAL EN URUGUAY: EVOLUCION, AVANCES Y DESAFIOS | 4 |
| 1 - Introducción | 4 |
| 2 - Evolución | 6 |
| 3 - Avances | 9 |
| 4 - Perspectivas | 9 |
| 5 - Referencias | 9 |
| POTENCIAL DE USO DEL PECAN COMO ESPECIE FORESTAL MULTIPROPÓSITO EN ZONA SUR | 10 |
| 1 - Introducción | 10 |
| 2 - Principales características botánicas, ecológicas, productiva y económicas del pecan | 10 |
| 2.1 - Características botánicas | 10 |
| 2.2 - Características ecológicas | 13 |
| 2.3 - Características productivas y económicas | 14 |
| 2.4 - Antecedentes sobre el cultivo del pecan | 14 |
| 3 - Resultados preliminares de la prospección de poblaciones locales | 15 |
| 4 - Consideraciones sobre el potencial de uso del pecan en zona sur | 18 |
| 4.1 - Requerimientos climáticos y edafológicos | 18 |
| 4.2 - Disponibilidad de materiales genéticos de reproducción | 18 |
| 4.3 - Mercados para colocación de los productos | 19 |
| 5 - Conclusiones | 19 |
| 6 - Bibliografía | 20 |
| POTENCIAL DE USO DEL ÑANDUBAY COMO ESPECIE FORESTAL MULTIPROPÓSITO EN ZONA SUR | 21 |
| 1 - Introducción | 21 |
| 2 - Principales características botánicas, ecológicas, productiva y económicas del pecan | 21 |
| 2.1 - Características botánicas | 21 |
| 2.2 - Características ecológicas | 23 |
| 2.3 - Características productivas y económicas | 24 |
| 2.4 - Antecedentes sobre de uso del ñandubay | 24 |
| 3 - Resultados preliminares de la prospección de poblaciones locales en zona sur | 25 |
| 4 - Consideraciones sobre el potencial de uso del algarrobo en zona sur | 26 |
| 4.1 - Requerimientos climáticos y edafológicos | 26 |
| 4.2 - Disponibilidad de materiales genéticos de reproducción | 26 |
| 5 - Conclusiones | 27 |
| 6 - Bibliografía | 28 |
| ETAPAS DE INSTALACION DE LOS ENSAYOS DE DIVERSIFICACION DE ESPECIES FORESTALES (PECAN Y ÑANDUBAY) | 29 |
| 1 - Introducción | 29 |
| 2 - Técnicas de implantación | 29 |
| 2.1 - Producción y viverización de los stocks de plantas (INIA-Tacuarembó) | 29 |
| 2.2 - Marcación de los ensayos (Escuela Agraria Los Arrayanes) | 31 |
| 2.3 - Preparación del suelo: laboreo en fajas | 32 |
| 2.4 - Realización de hoyo (poceado) | 33 |
| 2.5 - Colocación de plantas | 34 |
| 3 - Conclusión | 34 |
| EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO PRODUCTIVO DE PROCEDENCIAS DE DOS ESPECIES FORESTALES MULTIPROPÓSITO (ÑANDUBAY Y PECAN) EN ZONA SUR | 35 |
| 1 - Introducción | 35 |
| 2 - Materiales y métodos | 35 |
| 3 - Resultados preliminares | 38 |
| 4 - Conclusión | 41 |
| 5 - Bibliografía | 42 |



Introducción

Zohra Bennadji *; Liliana Huguet **

Esta jornada técnica “Diversificación de especies forestal en zona sur” es organizada por el Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal del INIA y la Escuela Agraria Los Arrayanes de UTU. Esta actividad es fruto de un trabajo de vinculación y coordinación interinstitucional iniciado en el 2010. Una consulta de la dirección de la Escuela sobre disponibilidad de semillas de especies nativas para producción de plantas y plantación a pequeña escala y la posterior solicitud del INIA de disponer de campo en el predio de la escuela para la instalación de dos ensayos de diversificación de especies forestales, como parte de una red establecida a nivel nacional, desembocaron en una propuesta de trabajo conjunto.

En este marco, La Escuela Los Arrayanes de UTU asignó un predio de dos hectáreas y el uso de maquinaria disponible para la instalación y mantenimiento de los ensayos; autorizó a su vez la participación del personal docente en las diferentes tareas de implantación y seguimiento de los ensayos.

El INIA aseguró la contrapartida científica (diseños experimentales, entrega de plantas, marcación de los ensayos y análisis de los datos) y operativa (maquinaria y personal de apoyo) para la instalación y el seguimiento de los ensayos, asignando el personal técnico y los recursos financieros estipulados en el proyecto de diversificación de especies forestal del Programa Nacional de Producción Forestal.

Los dos ensayos señalados anteriormente pertenecen al proyecto de identificación y evaluación de especies arbóreas multipropósito promisorias y apuntan a la evaluación genética de procedencias de pecan (*Carya illinoensis*) y ñandubay (*Prosopis affinis*), identificadas y colectadas en todo el país. Son parte de una red que cubre cinco zonas agroecológicas del país (norte, sur, este, oeste y centro).

La implantación y el seguimiento de los ensayos ofrecen oportunidades para el involucramiento y la participación de los docentes y alumnos de la escuela en las diferentes tareas de mantenimiento, en conjunto con los técnicos y el personal de apoyo del INIA responsables del proyecto. Por lo cual, la docencia y la vinculación con el medio son metas complementarias, consideradas también de interés en el acuerdo de trabajo entre las dos instituciones.

A su vez, la implantación de un módulo con especies forestales alternativas multipropósito permite la realización de actividades de difusión y de transferencia de tecnología para productores de la zona y podría adquirir con el transcurso del tiempo



Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
U R U G U A Y

y, en función de sus resultados, carácter de predio demostrativo. La presente actividad es la primera concreción de esta meta.

En esta jornada técnica, se presentarán y discutirán: (i) la evolución, los avances y las perspectivas de la diversificación de especies forestales en el Uruguay, (ii) el potencial de uso en zona sur del ñandubay y del pecan, dos especies forestales multipropósito promisorias, (iii) los dos ensayos de procedencias de estas dos especies instalados en la Escuela y, (iv) los resultados preliminares de su comportamiento (sobrevivencia y crecimiento) a los seis meses de su implantación.

* Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal – INIA

** Escuela Agraria Los Arrayanes - UTU

Diversificación forestal en Uruguay: evolución, avances y desafíos

Zohra Bennadji *

1 - Introducción

La diversificación forestal en el Uruguay se perfila hoy en día como posible respuesta a la necesidad de una mayor eficiencia en el uso de los recursos naturales frente a la convergencia de desafíos registrados a nivel mundial, regional y local. Estos desafíos se resumen en: (i) la necesidad de cubrir las demandas crecientes de la población humana, (ii) las interrogantes planteadas por los escenarios energéticos, (iii) los impactos del cambio climático y (iv) la disponibilidad en cantidad y calidad de los recursos naturales.

Estos desafíos se ven actualmente exacerbados por la crisis económica que azota diferentes regiones del mundo.

En Uruguay, estas problemáticas se ven reflejadas en los cambios estructurales drásticos que atraviesa actualmente el sector agropecuario, a raíz de la expansión de la frontera de la agricultura y de la forestación. Estos cambios plantean situaciones de competición para el uso de la tierra, de intensificación de los rubros productivos y de abordaje de su potencial integración. La Figura 1 representa una síntesis de la componente de estos escenarios.

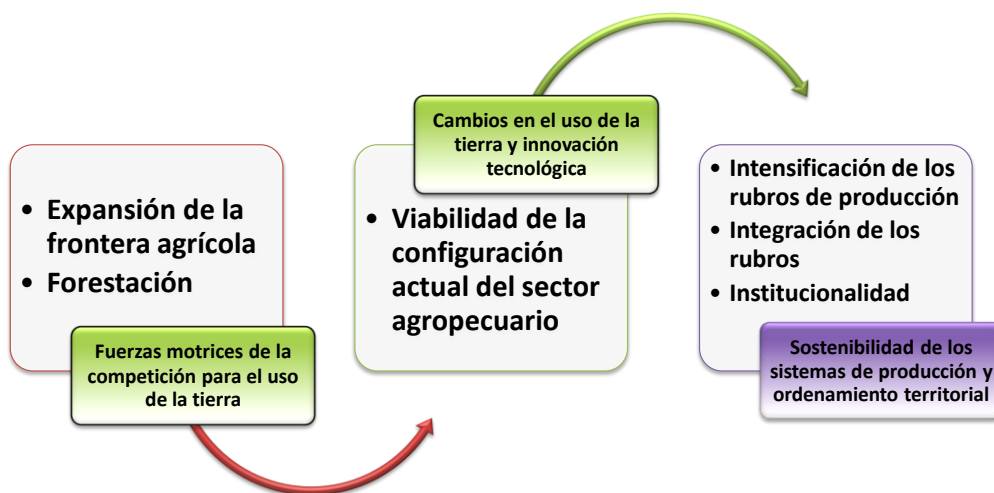


Fig. 1. Fuerzas motrices de cambios en el sector agropecuario y sus impactos

Los escenarios manejados por los diferentes actores del sector (políticos, empresarios, academia etc.) apuntan comúnmente al logro de la sostenibilidad económica, social y ambiental. Plantean también fuertes desafíos de uso óptimo de paquetes tecnológicos ya disponibles y de desarrollo de nuevas ofertas tecnológicas donde el mejoramiento genético ocupa, sin dudas, un lugar privilegiado y estratégico.

La diversificación de especies implica la disponibilidad de (i) especies forestales comprobadas en las condiciones ecológicas del país y para usos no excluyentes y (ii) de sus materiales de reproducción en cantidad y calidad óptimas. Por otra parte, la búsqueda de especies multipropósito apunta a especies forestales con potencialidades de usos múltiples no excluyentes y con posibilidades de combinaciones de estos con índices de priorización variables caso por caso (madera de calidad, servicios ambientales, bioenergía, productos no madereros y secuestro del carbono). En la Figura 2, se presenta el lugar de las especies forestales y de sus materiales genéticos mejorados como insumo para la diversificación.



Fig. 2. Lugar de las especies forestales como insumo a la diversificación

Las evidencias del cambio climático y sus posibles impactos en los sistemas de producción del país empiezan paulatinamente a ser cuantificadas en el país, quizá con un retraso relativo en los sistemas forestales. Las medidas de mitigación y adaptación han registrados diferentes avances desde diferentes enfoques (medición de los gases de efecto invernadero, medición de la huella de carbono por cadena de valor etc.). La visualización del mejoramiento genético de especies forestales como parte de estas medidas es clave para las agendas de investigación, para el desarrollo de paquetes

tecnológicos y para la toma de decisión política e empresarial. El acceso a los recursos genéticos y el manejo de las bases de datos correspondientes constituyen una parte intrínseca de toda estrategia de mejoramiento genético.

En este artículo, se realiza un abordaje a la diversificación forestal desde la perspectiva de la investigación para el aporte de insumos para su concreción, procediendo a una síntesis de su evolución, avances y perspectivas.

2 - Evolución

El desarrollo de la forestación en el Uruguay es históricamente ligado a políticas de fomentos del estado. Desde principio de los años 60, las plantaciones se han realizado con especies de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus* comprobadas en el país y recomendadas por el MGAP. Sin embargo, fuera de las introducciones en parques, jardines y arboreto, ha existido una corriente de diversificación modesta pero sostenida con especies de otros géneros como *Acacia*, *Quercus*, *Platanus*, *Populus* y *Salix*. Se estima que las plantaciones con especies de estos géneros superan hoy en día las 5.700 ha.

En la Figura 1, se muestra la superficie plantada por departamento con especies de *Populus*, *Salix*, *Acacia*, *Quercus* y *Platanus* (período 1975-2010) y registrada en DGF (MGAP). Los departamentos de Paysandú y Río Negro lideran este proceso, asociado a las necesidades y al desarrollo del sector citrícola.

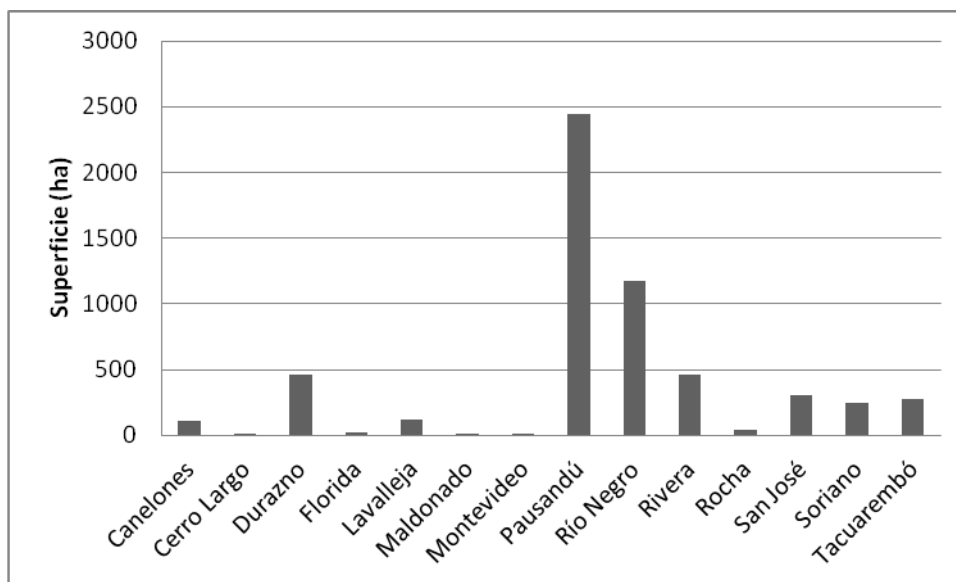


Fig. 1. Superficie plantada por departamento con especies de *Populus*, *Salix*, *Acacia*, *Quercus* y *Platanus* (período 1975-2010) y registrada en DGF (MGAP)
 (Fuente: elaboración propia en base a datos de DGF (MGAP))

En las Figuras 2, 3 y 4, se presenta la evolución de la plantación de las especies de estos géneros para el mismo período. El género *Populus* surge como el más plantado, seguido por especies del género *Salix*. Los géneros *Acacia*, *Quercus* y *Platanus* tienen una incidencia mucho menor. El punto de inflexión entre el año 1989 y 1990 registrado en las tres figuras, se debe al hecho que las estadísticas de la DGF no desagregan las superficies plantadas durante el período 1975-1989 y las presentan como una sumatoria.

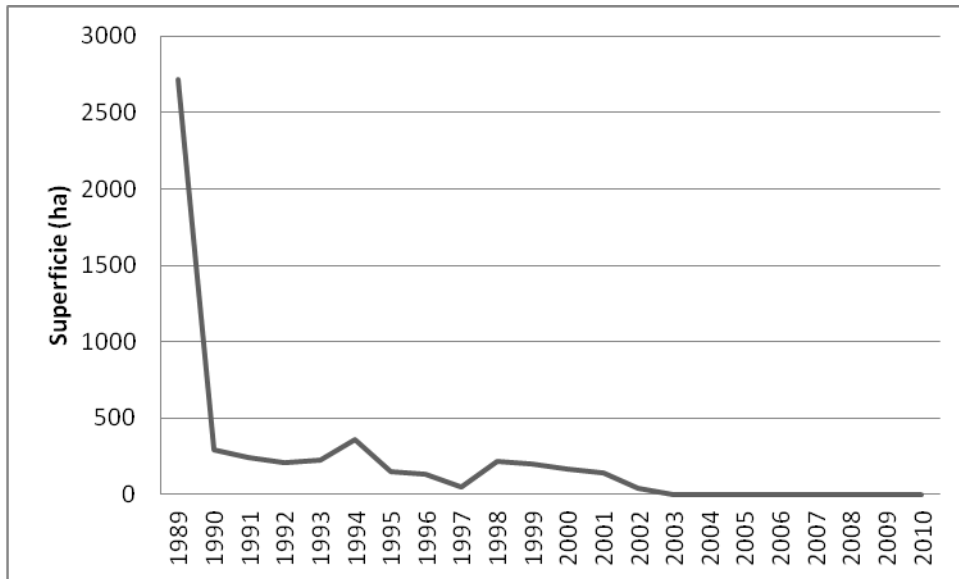


Fig 2. Evolución de la superficie plantada con especies del género *Populus*
(Fuente: Elaboración propia en base a datos de DGF del MGAP).

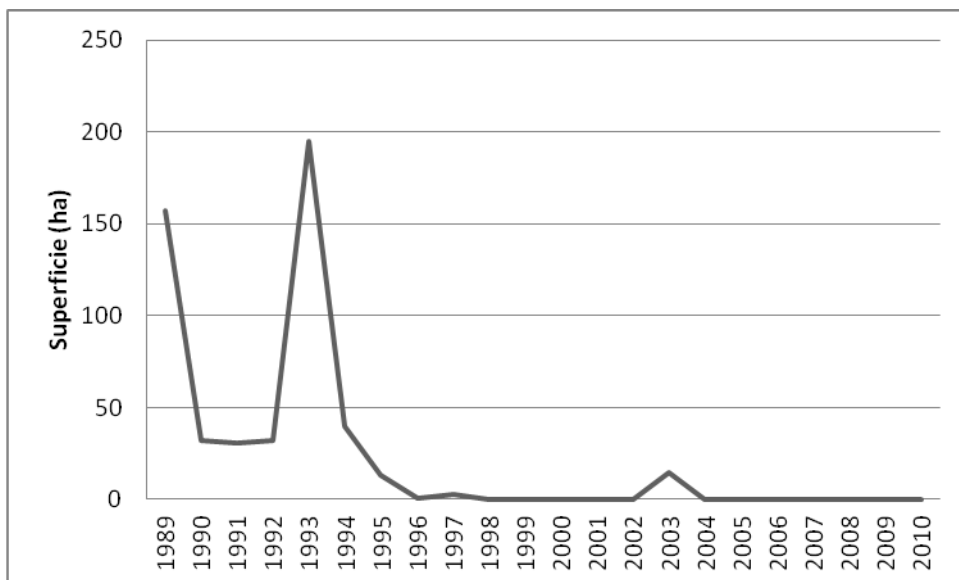


Fig 3. Evolución de la superficie plantada con especies del género *Salix*
(Fuente: Elaboración propia en base a datos de DGF del MGAP).

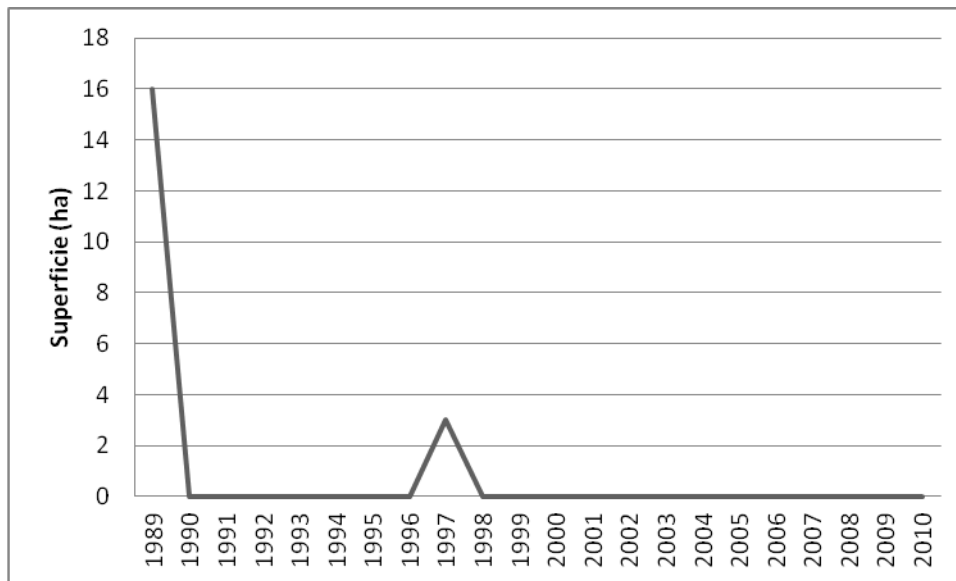


Fig. 4. Evolución de la superficie plantada con especies de otros géneros (*Acacia*, *Quercus* y *Platanus*)

(Fuente: Elaboración propia en base a datos de DGF del MGAP).

Referencias explícitas e implícitas a la diversificación se han incrementado últimamente en diferentes ámbitos agropecuarios, a raíz de acciones llevadas a cabo por el MGAP a partir del 2005 y por grandes empresas forestales; el desarrollo de un modelo forestal alternativa basada en sistemas agroforestales, la implementación de proyectos en el marco del Mecanismo de Desarrollo Limpio del Protocolo de Kyoto, el Programa Ganadero, el Programa de Producción Responsable y las políticas de fomento de la forestación en predios ganaderos de empresas forestales son los principales vectores que han traído a consideración las potencialidades de la diversificación.

Finalmente, las dimensiones urbanas, peri-urbanas y rurales de la forestación han empezado a ser percibida por algunos gobiernos departamentales del país como instrumentos de desarrollo lejos de ser despreciables.

Atento a los lineamientos estratégicos del MGAP y a la demanda volcada en las instancias de prospección tecnológica del INIA. El Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal tampoco ha sido ajeno a estas tendencias. En el marco del Plan Estratégico 2006-2010, se han formulado líneas de investigación para la diversificación de especies forestales para habilitar aplicaciones de la forestación a pequeña escala en proyectos de diferentes índoles (establecimiento de sistemas agroforestales, servicios ambientales asociados al uso de especies arbóreas y forestación para la producción de bioenergía).

3 - Avances

En el 2007, el Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal del INIA inició, un proyecto de identificación de especies forestales multipropósito promisorias para su posterior evaluación en programas de mejoramiento genético. Sobre la base de estudios bibliográficos y de reconocimientos en campo, se obtuvo una lista preliminar de especies nativas y exóticas, donde el pecan o nuez pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch) y el ñandubay (*Prosopis affinis* Spreng), surgieron como especies multipropósito con potencial de uso en diferentes zonas del país.

La primera etapa de evaluación de esta especie, consistió en una prospección de las poblaciones existentes en el país y en una colecta de semillas. La segunda etapa consistió en el establecimiento de una red de ensayos en cinco zonas ecológicas del país (norte, sur, este, oeste y sur) para la evaluación del comportamiento productivo de las procedencias colectada. Los resultados preliminares de los ensayos de la zona sur serán presentados y discutidos en esta jornada.

4 - Perspectivas

Las superficies dedicadas a diversificación forestal en el país son reducidas, sobre todo en comparación con el desarrollo exponencial de la forestación comercial a gran escala con *Eucalyptus* y *Pinus* registrado en las dos últimas décadas en el país.

Existen antecedentes sobre uso de especies de los géneros *Acacia*, *Quercus*, *Platanus*, *Populus* y *Salix* que demuestran sus potencialidades productivas, económicas, sociales y ambientales.

El abordaje sistemática de la temática llevado a cabo actualmente por el INIA permitirá disponer de materiales genéticos mejorados de especies multipropósito promisorias.

5 - Referencias

MGAP. 2012. Estadísticas de Dirección General Forestal. <http://www.mgap.gub.uy> (acceso marzo 2012).

* Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal

POTENCIAL DE USO DEL PECAN COMO ESPECIE FORESTAL MULTIPROPÓSITO EN ZONA SUR

Zohra Bennadji *, Marcelo Alfonso *, Pablo Núñez *, Federico Rodríguez *

1 - Introducción

En este trabajo se presentan: (i) las principales características botánicas, ecológicas, productiva y económicas del pecan, (ii) los resultados de la prospección de poblaciones locales realizada en zona sur del país (Montevideo, Canelones y San José) y, finalmente (iii) algunas consideración preliminares sobre el potencial de esta especie para usos multipropósito en esta zona.

2 - Principales características botánicas, ecológicas, productiva y económicas del pecan

2.1 - Características botánicas

El pecan pertenece a la familia de las Juglandáceas (nogales), al género *Carya* y a la especie *illinoensis*. Es una especie arbórea de hoja caduca, monoica que presenta las flores femeninas y masculinas sobre el mismo pie pero con maduración separada en el tiempo. En las Figuras 1, 2, 3 y 4 se presentan respectivamente los órganos de reproducción femeninos y masculinos y el fruto de esta especie en sus diferentes etapas de desarrollo.



Fig.1. Órganos de reproducción femeninos



Fig.2. Inflorescencia masculina (amentos)



Fig. 3. Frutos de pecan



Post-polinización



Inicio de llenado del fruto



Inicio de apertura del fruto



Frutos abiertos



Nueces maduras de diferentes tamaños

Fig. 4. Etapas de desarrollo del fruto

Originario del sureste de América del Norte y del norte y centro de México, el pecan es considerado como el nogal más valioso para producción de nueces de este subcontinente. Los individuos son árboles vigorosos de gran tamaño; los adultos alcanzan 30 m de altura, llegando algunos hasta los 55 m con 2 m de diámetro a la base. Su longevidad es remarcable, reportándose ejemplares de 100 años de edad, con una producción de más de 100 kg de nueces/año/planta.

2.2 - Características ecológicas

El pecan se adapta naturalmente a distintas condiciones climáticas entre los 30 y 42 ° de latitud norte, sugiriendo la existencia de una diversidad genética remarcable. Esta distribución natural abarca regiones climáticas contrastantes por precipitaciones, frecuencia y severidad de temperaturas menores a 0° C, amplitud térmica y largo de la estación de crecimiento. El rango de precipitaciones registradas varía de 660 mm a 1300 mm. El régimen pluviométrico es bimodal, con picos de marzo a abril y de agosto a setiembre. El rango térmico abarca temperaturas medias anuales máximas de 27 ° C y mínimas de 10 a -1 ° C

La especie muestra claras adaptaciones al régimen pluviométrico bimodal. Este régimen afecta directamente la germinación de las semillas (lluvias de primavera), la producción anual de frutos (lluvias de otoño) y la adaptación al estrés hídrico. A pesar del alto requerimiento hídrico del pecan, se ha observado una relativa resistencia a sequías de duración moderada.

Desde el punto de vista edáfico, el pecan tiene dos fuertes requerimientos que marcan su patrón de distribución dentro de su región de origen: alta disponibilidad de agua y buen drenaje, ambas características directamente relacionadas con la topografía y la textura del suelo.

2.3 - Características productivas y económicas

Desde el punto de vista frutícola, la vida productiva de esta especie es muy larga, con producciones medias de 100 Kg /árbol. Desde el punto de vista forestal, la madera del pecan es pesada y dura, presentando a veces fuertes contracciones. El duramen es de coloración castaño claro y la albura es ancha y blanca. Los anillos de crecimiento son marcados, con poros macroscópicos. El peso específico de la madera es de 0.6 g/cm³. Posee buenas propiedades de elaboración y es utilizada para la fabricación de muebles de alta calidad, ebanistería, paneles y chapas decorativas y cabos de herramientas; la madera de menor calidad es usada para fabricación de pallets o como combustible.

El mayor productor mundial y, al mismo tiempo, el mayor consumidor de nueces de pecan es Estados Unidos; con más de 600.000 ha, produce 53.000 toneladas anuales de nuez sin cáscara; México se ubica en segunda posición con 50.000 hectáreas bajo riego y una producción de 38.000 toneladas anuales; Australia produce 15.000 toneladas y Sudáfrica 5.000; el resto de los países productores (Argentina, Brasil, Perú, Chile, Israel y Uruguay) producen alrededor de 3.000 toneladas en conjunto.

2.4 - Antecedentes sobre el cultivo del pecan

El pecan es cultivada exitosamente en la región, existiendo experiencias en Argentina, Brasil, Chile y Uruguay. Este cultivo es orientado básicamente a la producción de frutos aunque, en Chile, se maneja también la opción de uso de la madera y, en Uruguay, se han reportado experiencias de silvopastoreo con lanares.

En Argentina, desde el lanzamiento en 1998 del Proyecto ProPecan, mediante acuerdo entre el Instituto Nacional Tecnología Agropecuaria (INTA) y el Fondo Tecnológico Argentino (FONTAR), se registra un creciente interés por el cultivo de esta especie. Este proyecto apunta al desarrollo de un paquete tecnológico para el manejo del cultivo desde un enfoque de cadena.

En Brasil la especie es plantada en el estado de Río Grande do Sur, a una tasa de 200 ha/año, para producción de nueces. Actualmente existen más de 1.200 ha en esta región. Las plantaciones son en general de 1 a 10 ha, con densidades de 100 a 200 árboles por hectárea; En crecimiento, se alcanzan diámetros a la altura de pecho de 25 cm. a los 18 años y una productividad media de 100 Kg. de nuez por árbol.

En Chile la especie no se encuentra bajo cultivo comercial; existen ejemplares aislados en huertos o parques y algunas variedades injertadas de introducciones realizadas en 1978 por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA). El Instituto Forestal (INFOR) y el INIA desarrollan actualmente diferentes estudios sobre el potencial económico del pecan, por su carácter de especie multipropósito de buen comportamiento sanitario en el país y por sus productos cotizados en el mercado internacional.

En Uruguay, existen poblaciones introducidas desde la década de los 60 bajo la forma de árboles individuales y de plantaciones de pequeña escala, básicamente para la producción de nueces. No se dispone de datos precisos sobre la superficie plantada, pero de acuerdo los datos preliminares recabados por el INIA, esta superficie se acerca a los 60 ha. La mayoría de estas poblaciones corresponde a plantaciones clonales, por injertos, de variedades frutales introducidas desde EE.UU. Las plantaciones se realizan a densidad de 10 x 10 m o de 12 x 12 m, generalmente bajo riego puntal o permanente.

Los ejemplares de porte forestal son obtenidos a partir de semillas y sus fuentes son generalmente desconocidas. La información sobre datos de producción, características de frutos, precios de venta de la nuez y calidad de la madera es escasa, a pesar del creciente interés por esta especie en los últimos años.

La oferta nacional de materiales de reproducción consiste básicamente en bloques de injertos de composición varietal variable, entregados al cliente con indicaciones sobre la disposición en plantación para un asegurar una polinización óptima.

3 - Resultados preliminares de la prospección de poblaciones locales

Se identificaron 14 individuos en dos departamentos de la zona sur del país (Canelones y Montevideo) que fueron georeferenciados y caracterizados por: (i) clases de edad, (ii) variables dasométricas, (iii) aspecto sanitario, y (iv) variabilidad morfológica de los frutos. El rango de edades observado fue de 18 a 30 años.

Las variables dasométricas medidas fueron por clase de edad y zona: (i) la altura, (ii) el DAP medio, (iii) el área basal media y (iv) el diámetro de copa. Posteriormente, se realizaron estudios puntuales de características de madera. En el Cuadro 1, se presenta un resumen de las medias dasométricas de las variables medidas.

Cuadro1: Resumen de medias dasométricas y su dispersión por 3 zonas geográficas del país.

| Zona geográfica | Número individuos | DAP medio* (cm) | Altura (m) | AB** (cm ²) | Observación |
|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------------------------|---|
| Canelones | 6 | 44,08 (± 6,28) | 19,43 (± 2,09) | 1552,11 (± 446,65) | Árboles aislados de porte fustal, de 25 años, de semilla, buena sanidad. |
| Montevideo | 8 | 31,01 (± 5,56) | 16,65 (± 1,26) | 1141,49 (±350,37) | Árboles de 30 años, de porte frutal en producción frutícola bajo riego, con densidad de 70 árboles /ha, a 12x12 m, buena sanidad. |

*DAP: Diámetro a Altura del Pecho

**AB: Área Basal

Datos de crecimiento recabados en bibliografía indican relaciones edad/altura del árbol de 0,9 m a los dos años, 8 a 10 m a los 10 y 15 a 20m a los 20, por lo cual el crecimiento registrado en el Uruguay es aceptable y sugiere, en primera instancia, una buena adaptación a las condiciones ecológicas de las zonas geográficas prospectadas.

El tipo de material de reproducción utilizado para la obtención de plantas y la conducción posterior del fuste en campo (condicionada por el objetivo de producción) tienen efectos muy marcados en el crecimiento. Los árboles provenientes de semillas tienen patrones de crecimiento y de porte diferentes de los arboles de porte frutal obtenidos por multiplicación vegetativa. En la Figura 5, se aprecian estas diferencias entre un ejemplar de porte fustal y uno de porte frutal.



Fig. 5. Portes forestal y frutal del pecan

En el Cuadro 2, se presentan datos de diámetro de copa. La amplitud de copa y la alta densidad del follaje son remarcables. Desde el punto de vista de la arquitectura de copa y de su función protectora, el pecan presenta una alternativa interesante a las especies de pino y eucalipto actualmente en uso en el país. En las localidades prospectadas, se reportan casos exitosos de silvopastoreo con lanares bajo plantaciones de pecan.

Cuadro2: Diámetro de copa por departamento

| Zona | Número individuos | Diámetro de copa (m) | Desvío Estándar | CV (%) |
|------------|-------------------|----------------------|-----------------|--------|
| Canelones | 6 | 11,98 | 2,88 | 24,03 |
| Montevideo | 8 | 12,76 | 1,38 | 10,78 |

La caracterización sanitaria, basada en una evaluación fenotípica cualitativa, indica un buen comportamiento del conjunto de los individuos. Se detectó una gran variabilidad morfológica en el peso, tamaño y forma de los frutos. En el Cuadro 3, se presenta un resumen de las mediciones de sus principales descriptores, realizadas sobre muestras de 15 frutos por árboles. Esta última medición incluyó materiales de Paysandú.

Cuadro 3: Resumen de la caracterización de los frutos

| Variables | Rango de variación |
|----------------------|--------------------|
| Peso (gr) | 3,35 - 08,33 |
| Media del largo (mm) | 27,08 - 54,42 |
| Media del ancho (mm) | 15,97 - 24,71 |
| Media del alto (mm) | 16,83 - 26,37 |

En el cuadro 4, se presentan datos preliminares de características de la madera. Los valores obtenidos son similares a las citas en bibliografía para otros países. Estos datos preliminares obtenidos en el Uruguay deberían confirmarse por muestreos más sistemáticos en nuestras condiciones y a través del estudio de otras propiedades.

Cuadro 4: Algunos datos de características de madera.

| Característica | Media | Desvío Estándar | CV (%) | Observación |
|---|-------|-----------------|--------|--|
| Porcentaje de corteza (%) | 17,9 | 1,0 | 5,9 | Calculado a partir de 2 trozas de la zona de Paysandú |
| Densidad en verde (gr/cm ³) | 1,08 | 0,033 | 3,1 | Calculado a partir de una troza de la zona de Paysandú |
| Densidad básica (gr/cm ³) | 0,68 | 0,004 | 0,7 | Idem. |

4 - Consideraciones sobre el potencial de uso del pecan en zona sur

4.1 - Requerimientos climáticos y edafológicos

Los promedios de los principales factores climáticos registrados en zona sur no constituyen, de manera general, limitantes para el cultivo del pecan, al compararse con los requisitos de este cultivo en su zona de origen (ver punto 2.2 de este trabajo). Estos factores son: (i) las precipitaciones anuales, (ii) el total de horas de frío y (iii) el total de días de heladas.

Sin embargo, la ocurrencia de episodios de sequía, de heladas tempranas y tardías podría generar situaciones de riesgo y requiere una evaluación cuidadosa complementaria a nivel de la zona en su conjunto y, de manera más afinada, nivel predial. Estos estudios serán definitorios para la elaboración de estrategias de manejo (elección de procedencias y variedades adaptadas, riego, técnicas de plantación etc.) al momento de la toma de decisión. Para una racionalización de la introducción, evaluación, selección de materiales genéticos y técnicas de implantación y seguimiento, sería de interés lograr una zonificación climática para el uso de esta especie en el conjunto del país.

Con relación a los suelos, los principales tipos reportados para la zona sur no presentan limitantes físicas y química excluyentes para la implantación y el cultivo del pecan como especies multipropósito. Sin embargo, diagnósticos de calidad de suelos y de su capacidad productiva a escala predial serán necesarios para detectar deficiencias nutricionales severas y definir estrategia de fertilización *ad hoc*. La elaboración de mapas de aptitud de suelos es una meta óptima a plantear para la sistematización de las acciones.

El uso de la teledetección y de imágenes satelitales son herramientas susceptibles de ser utilizadas con éxito para la integración de información sobre suelos y topografía, al existir bases de datos para la zona sur. Convendría en este último caso ponderar los costos/beneficios de esta modalidad a nivel predial y para plantaciones a pequeña escala.

4.2 - Disponibilidad de materiales genéticos de reproducción

La elección de materiales genéticos de reproducción (clonales y seminales) adaptados a las condiciones ambientales del sitio condiciona el éxito de la plantación y el posterior desarrollo del cultivo. Esta etapa toma un particular relieve a la luz del turno de producción del pecan como especie multipropósito. La procedencia de las semillas, la calidad de las plantas producidas, su estado sanitario son factores a considerar cuidadosamente al momento de la instalación de una plantación

En Uruguay, en general y, en zona sur en particular, la disponibilidad de materiales genéticos de reproducción es relativamente reducida. A su vez, estos materiales no cuentan habitualmente con la documentación de respaldo de su origen y de su pedigrí. Se reporta, a la fecha, la existencia de dos viveros particulares de producción de plantas con capacidad limitada; a su vez, es probable la no existencia de certificaciones de origen varietal de los materiales producidos. Por lo cual, la mejora genética representa un amplio campo de investigación y de innovación.

4.3 - Mercados para colocación de los productos

Existe en zona sur un mercado incipiente para la colocación de nueces, uno de los productos de pecan. No se dispone de datos de producción (oferta) y comercialización (demanda).

5 - Conclusiones

Los diferentes datos recabados a la fecha para dos departamentos constituyen el inicio de una base de datos para el uso del pecan como especie multipropósito en zona sur. En primera instancia, contrastando las condiciones agroecológicas de la zona sur y los requerimientos del pecan como especie multipropósito, el conjunto de la zona sur parece apto agroecológicamente para el uso del pecan como especie multipropósito promisoría.

Los datos dasométricos de las poblaciones locales prospectadas indican una buena adaptación a las condiciones agroclimáticas, respaldados por datos recabados a nivel regional en zonas ecológicas similares. El comportamiento sanitario aporta otro elemento de apreciación sobre el potencial de crecimiento de esta especie en la zona. Los datos de características de madera obtenidos colocan al pecan como alternativa promisoría, a comprobar con estudios sistemáticos a nivel nacional.

Los individuos analizados presentan, por edad y por zona, una variabilidad morfológica en los frutos que habilita el inicio de tareas de mejoramiento genético. La variabilidad detectada permite el inicio de la conformación de una población genética base para el establecimiento de un programa de mejoramiento genético.

Existe una demanda incipiente pero creciente en zona sur para este cultivo. El pecan ofrece excelentes perspectivas por (i) la existencia de antecedentes exitosos de este cultivo en esta zona, (ii) la existencia de condiciones agroclimáticas y edáficas en su mayoría favorables y (iii) los crecientes interés y demanda por este cultivo. La disponibilidad de materiales genético de reproducción de alta calidad, en cantidad suficiente y certificados constituye la principal limitante para la correcta expansión de este cultivo para fines multipropósito.



Las etapas siguientes del trabajo de investigación del INIA consistirán en la evaluación de los materiales seleccionados a nivel del país en una red de ensayos que incluirá la zona sur.

6 - Bibliografía

Bennadji, Z.; Fagúndez, C.; Puppo, M; Núñez, P.; Alfonso, M.; Rodríguez, F. 2007. Identificación y caracterización de especies arbóreas nativas y exóticas para la implementación del Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) en el Uruguay: Algunos resultados preliminares. Revista INIA Nº12. Setiembre 2007. pp. 30-33.

Bennadji, Z.; Puppo, M.; Alfonso, M.; Resquin, F.; Núñez, P.; Rodríguez, F.; 2008. Potencial de uso del pecan como especie multipropósito en Uruguay. Revista INIA Nº 14. Marzo 2008. pp.42-45.

Bennadji, Z.; 2010. Avances y perspectivas del proyecto “Diversificación y caracterización de especies arbóreas multipropósito”. SAD Nº 625. INIA-Tacuarembó. pp. 51-57.

Bennadji, Z.; Alfonso, M.; Aquino, D.; Núñez, P.; Rodríguez, F.; Gonzalez, W. 2011. Presentación de los ensayos de diversificación de especies (algarrobo y pecan) instalados sobre areniscas. SAD Nº 661. INIA Tacuarembó. pp. 17-21.

* Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA

POTENCIAL DE USO DEL ÑANDUBAY COMO ESPECIE FORESTAL MULTIPROPÓSITO EN ZONA SUR

Zohra Bennadji *, Marcelo Alfonso *, Pablo Núñez *, Federico Rodríguez *

1 - Introducción

En este trabajo se presentan: (i) las principales características botánicas, ecológicas, productivas y económicas del ñandubay (*Prosopis affinis* Spreng), (ii) los resultados de la prospección de poblaciones locales realizada en el sur del país y, finalmente, (iii) algunas consideraciones preliminares sobre su potencial para usos multipropósito en esta la zona.

2 - Principales características botánicas, ecológicas, productiva y económicas del pecan

2.1 - Características botánicas

El género *Prosopis* tiene como centro de originario Argentina donde se reportan 45 especies. En Uruguay se reportan 2 a 3 especies según diferentes fuentes bibliográficas (*P. affinis*, *P. nigra* y *P. alba*). Su área de repartición se extiende sobre todo el litoral (Artigas, Salto, Paysandú y Soriano) y parte del suroeste (Colonia y San José). En el trabajo de prospección realizado por el INIA en el 2007-2008 para la colecta de semillas, se han localizado ejemplares en Canelones y en Tacuarembó. Este hallazgo constituye un aporte a un mejor conocimiento de la distribución geográfica de esta especie.

El ñandubay pertenece a la familia de las Mimoseacea (leguminosas), al género *Prosopis* y a la especie *affinis*. Es una especie arbórea, de hoja caduca, monoica con racimos de flores hermafroditas de polinización entomófila. En las Figuras 1 y 2, se presentan respectivamente un racimo con órganos de reproducción femeninos y masculinos y el fruto (legumbre o vaina) de esta especie. La Figura 3 presenta los artejos (semillas) obtenidos después del proceso de eliminación y limpieza de la vaina.

Los individuos son árboles espinosos de pequeño porte (4 a 10 m) y de copa extendida achaparrada, distribuidos en el litoral del país y en parte de zona sur (Canelones), en comunidades de bosques de parques secundarios con fisionomía de sabana, en pequeños islotes y en ejemplares aislados.



Fig.1. Racimo con flores hermafroditas

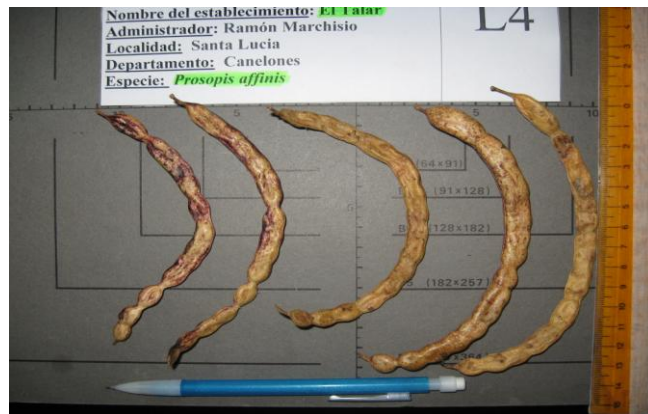
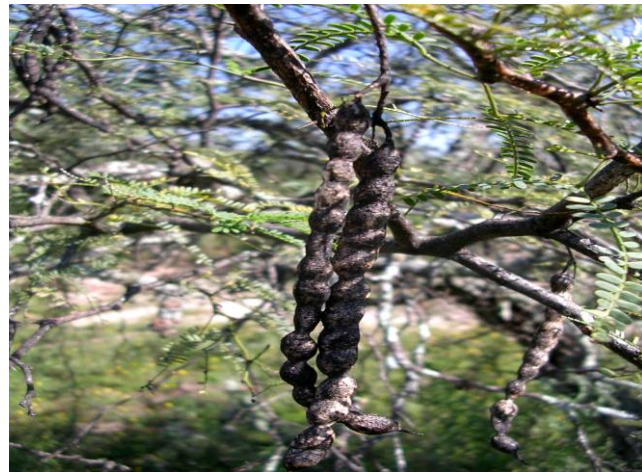


Fig. 2. Frutos (legumbres o vainas)



Fig. 3. Artejos (semillas) extraídos de la vaina

2.2 - Características ecológicas

El género *Prosopis* ha sido ampliamente estudiado en el mundo por la importancia ecológica de sus especies y su gran plasticidad. *Prosopis affinis* (ñandubay) crece en todo el litoral del país en mezcla con *Prosopis nigra* (algarrobo), constituyendo formaciones de montes de parques remarcables en algunas departamentos (Rio Negro y Paysandú). Como mencionado anteriormente, en el marco de la prospección realizada para la colecta de materiales por el INIA en el 2007-2008, se ha detectado la presencia de ejemplares de esta especie en Canelones y en Tacuarembó.

Ponderando la localización geográfica de esta especie en Argentina y Uruguay, se podría concluir que el ñandubay se adapta naturalmente a condiciones climáticas bastante contrastante, sugiriendo la existencia de una notable diversidad genética. La especie muestra una clara adaptación a la ocurrencia de episodios de sequia. Sin

embargo, desde el punto de vista edáfico, es tolerante al mal drenaje, sobreviviendo en sitios inundados periódicamente. Es también una especie fijadora de nitrógeno

2.3 - Características productivas y económicas

Los algarrobos constituyen una importante fuente de recursos para poblaciones de diferentes partes del mundo. Existen numerosos reportes sobre los usos múltiples de estas especies: madera, recolección de vainas para la fabricación de alimentos y para su uso como forraje (hoja y vainas), usos medicinales, químicos (colorantes, curtientes) y miel. La madera del ñandubay es de excelente calidad y durabilidad. La albura es amarillenta y el duramen es marrón rojizo a marrón oscuro.

En Uruguay estos usos son comunes también en el litoral, en predios agrícola-ganaderos para postes, vigas, muebles, útiles varios y energía. Los frutos (legumbres o vainas) constituyen también un interesante aporte a la dieta del ganado vacuno y de la fauna nativa (ñandú). Sin embargo, son muy escasamente documentados y prácticamente, nunca han sido cuantificados, fuera de la madera en algunos casos específicos de planes de manejo del monte nativo autorizados por la Dirección General Forestal del MGAP. En el caso de la zona sur del país, al no corresponder al área de repartición natural actualmente reportada, esta aseveración aplica con mayor fuerza.

2.4 - Antecedentes sobre de uso del ñandubay

Los usos de especies del género *Prosopis* son reportado y ampliamente documentados en varios países de la región (Argentina, Bolivia, Chile y Paraguay). Al tratarse de especies nativas, estos usos se asocian a extracciones y manejos de los montes nativos. No se han reportado plantaciones artificiales de pequeña o gran escala con estas especies.

En Argentina, existen programas avanzados de mejoramiento genético para diferentes especies de *Prosopis*; el manejo silvicultural de sus formaciones naturales es bastante extendido y los sistemas agroforestales son prácticas comunes en diferentes regiones. Se registra un creciente interés por las especies de este género por su potencial uso en programas de restauración de zonas degradadas y en proyectos de captura de carbono en el marco de la lucha contra el cambio climático

En Perú, se han logrado los mayores avances en el uso de las especies de *Prosopis* para la alimentación humana y animal, desarrollándose diferentes estudios sobre su potencial económico. Existe también interés para estas especies para restauración de zonas degradadas y para la implementación de sistemas agroforestales para secuestro de carbono.

En Uruguay, existen poblaciones naturales en el litoral y zona suroeste del país. No se dispone de datos precisos sobre la superficie de estas formaciones y sobre sus usos. Tienen papeles importantes de servicios ecosistémicos (protección del suelo, regulación de los caudales de agua, biodiversidad). La información sobre datos de producción de madera y de productos no madereros de esta especie son prácticamente nulos.

La oferta nacional de materiales de reproducción consiste básicamente en semilla que se colecta directamente en el monte. El programa de selección llevado a cabo por el INIA es el primero en la materia en el país.

3 - Resultados preliminares de la prospección de poblaciones locales en zona sur

Se identificaron 37 individuos en dos departamentos de la zona sur del país (Colonia y Canelones) que fueron georeferenciados y caracterizados por: (i) variables dasométricas, (ii) aspecto sanitario, y (iii) variabilidad morfológica de los frutos. No se dispone de datos sobre la edad de estos árboles, al tratarse de ejemplares seleccionados en comunidades naturales del monte nativo. La obtención de estos datos podría encararse a través de estudios de dendrocronología fuera del alcance de este artículo y del propio proyecto.

Las variables dasométricas medidas por zona y por ejemplare son: (i) la altura, (ii) el DAP medio, y (iii) el diámetro de copa. En el Cuadro 1, se presenta un resumen de las medias dasométricas de las variables medidas.

Cuadro1: Resumen de medias dasométricas y su dispersión por dos departamentos de zona sur

| Departamento | Número individuos | DAP * (cm) | Altura (m) | Observación |
|--------------|-------------------|--------------------|------------------|---|
| Colonia | 21 | 28,91 (± 17,74) | 6,64 (± 1,25) | - |
| Canelones | 16 | 28,27 (± 6,99) | 6,27 (± 1,15) | Primer reporte de la especie en este departamento |

*DAP: Diámetro a Altura del Pecho

La altura de los arboles presenta una uniformidad remarcable en los dos departamentos. Sin embargo, el DAP presenta una variabilidad notable en Colonia. En el caso de Canelones, los ejemplares presentaban en su mayoría bifurcaciones de fustes por lo cual se ha optado por la medición del fuste de mayor diámetro. Datos de crecimiento recabados en bibliografía para el crecimiento de especies de *Prosopis*, indican alturas del mismo rango que las observadas en la zona sur del Uruguay. No se han recabado datos de DAP o de aérea basal. En el caso de Canelones, la existencia de fustes bifurcados permite pensar en posibles rebrotes asociados a manejos extractivos que tienen efectos marcados en el crecimiento de los árboles y en su porte posterior.

En el Cuadro 2, se presentan datos de diámetro de copa por departamento. La amplitud de copa y la alta densidad del follaje son remarcables. Desde el punto de vista de la arquitectura de copa y de su función protectora, el ñandubay presenta un ejemplo muy didáctico de especie multipropósito para sistemas agroforestales. En las localidades prospectadas y en todo el litoral, el pastoreo en formaciones de ñandubay es una práctica tradicional muy difundida.

Cuadro2: Diámetro de copa por departamento

| Zona | Número individuos | Diámetro de copa (m) | Desvío Estándar |
|-----------|-------------------|----------------------|-----------------|
| Colonia | 21 | 13,08 | ±3,42 |
| Canelones | 16 | 9,17 | ±2,49 |

La caracterización sanitaria, basada en una evaluación fenotípica cualitativa no ha arrojado resultados negativos, lo cual indica un buen comportamiento del conjunto de los individuos.

4 - Consideraciones sobre el potencial de uso del algarrobo en zona sur

4.1 - Requerimientos climáticos y edafológicos

Al ser una especie nativa, los principales factores climáticos registrados en zona sur no constituyen una limitante para la expansión del ñandubay. Sin embargo, estudios complementarios a nivel de la zona en su conjunto y a nivel predial, serían de interés para un mayor dominio de esta especie y para la elaboración de una zonificación climática para el uso de esta especie en el conjunto del país.

Con relación a los suelos, es recomendable un estudio previo de los suelos y la previsión de una eventual inoculación de las plantas antes de su instalación. La elaboración de mapas de aptitud de suelos es una meta óptima a plantear para una mejor sistematización de las acciones de implantación en nuevas zonas, fuera del área de repartición natural de la especies.

El uso de la teledetección y de imágenes satelitales son herramientas susceptibles de ser utilizada con éxito para la integración de información sobre suelos y topografía, al existir bases de datos para la zona sur. Convendría en este último caso ponderar los costos/beneficios de esta modalidad a nivel predial y para plantaciones a pequeña escala.

4.2 - Disponibilidad de materiales genéticos de reproducción

La disponibilidad de semilla de ñandubay es sujeta, hoy en día, a colectas en el monte nativa; los materiales colectados no cuentan habitualmente con la documentación de

respaldo de su origen y de su pedigrí. La Dirección General Forestal del MGAP es actualmente el único proveedor de semillas de algarrobo en el país.

La elección de materiales genéticos de calidad (semillas) adaptados a las condiciones ambientales del sitio condiciona el éxito de la plantación y el posterior desarrollo del cultivo. La procedencia de las semillas, la calidad de las plantas producidas, su estado sanitario son factores a considerar al momento de la instalación de una plantación. En el caso del ñandubay, las zonas de procedencias y de colecta de semilla requieren de un trabajo sistemático a lo largo de su aérea de repartición natural en Uruguay. El trabajo de prospección realizado por INIA es pionero en este sentido. Es probable el aumento del grado de mejora de los materiales genéticos colectados, en función de los avances y resultados del programa actualmente en curso en el INIA.

5 - Conclusiones

Los diferentes datos recabados a la fecha para dos departamentos constituyen el inicio de una base de datos para el cultivo del ñandubay y para su uso como especie multipropósito en zona sur.

Los datos dasométricos de las poblaciones locales prospectadas, respaldados por datos recabados a nivel regional, en zonas ecológicas similares, indican una buena adaptación a las condiciones agroclimáticas en zona sur. El comportamiento sanitario aporta otro elemento de apreciación sobre el potencial de crecimiento de esta especie en esta zona.

Los individuos analizados presentan una variabilidad morfológica en los frutos que habilita el inicio de tareas de mejoramiento genético. La variabilidad detectada ha permitido el establecimiento de un programa de mejoramiento genético en el INIA, a través del establecimiento de una red de ensayos de procedencias en cinco zonas del país (norte, centre, este, oeste y sur), incluyendo la zona sur. La obtención de materiales de reproducción mejorados y certificados es clave para el éxito de futuros emprendimientos con ñandubay.

La factibilidad económica del uso multipropósito de especies de *Prosopis* ha sido ampliamente demostrada en diferentes países. Esto se debe a su plasticidad ecológica y sus diversos productos madereros y no madereros. En la zona de repartición del ñandubay en Uruguay y en la zona sur del país, a pesar de observaciones y reportes verbales sobre usos múltiples de los productos de esta especie, falta cuantificarlos sistemáticamente antes de pasar a extrapolación.

6 - Bibliografía

Bennadji, Z.; 2010. Diversificación de especies forestales y forestación a pequeña escala en Uruguay: Una puesta al día. SAD Nº 625. INIA-Tacuarembó. pp. 1-7.

Bennadji, Z.; 2010. Avances y perspectivas del proyecto “Diversificación y caracterización de especies arbóreas multipropósito”. SAD Nº 625. INIA-Tacuarembó. pp. 51-57.

Bennadji, Z.; Alfonso, M.; Aquino, D.; Núñez, P.; Rodríguez, F.; Gonzalez, W. 2011. Presentación de los ensayos de diversificación de especies (algarrobo y pecan) instalados sobre areniscas. SAD Nº 661. INIA Tacuarembó. pp. 17-21.

Brussa Santander, C.A. 2002. Flora arbórea del Uruguay con énfasis en las especies de Rivera y Tacuarembó. Empresa Gráfica Mosca. Montevideo. 544 p.

Burkart, A. 1937. Estudios morfológicos y biológicos en el género Prosopis. Darwiniana 3.(1) 27-48

Burkart, a. 1940. Materiales para una morfología del género Prosopis. Darwiniana 4(1) 57-128

Burkart, J.1976. A monograph of the genus Prosopis (Leguminosae subfam. Mimosoideae). J. Arnold Arbor. 57: 219 – 249; 450 – 525.

Villela, A.E.; Palacios, R.A. 1998: Nueva clave para identificación de especies sudamericas del género Prosopis (Mimosaceae). Arnaldoa 5 (1) 57-66

* Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA

Etapas de instalación de los ensayos de diversificación de especies forestales (pecan y ñandubay)

Zohra Bennadji *; Marcelo Alfonso *; Rafael García **; Gonzalo Vegas **; Agustín Arbelo **

1 - Introducción

En este trabajo se presenta una secuencia de fotos de las principales etapas de la instalación de los ensayos de diversificación de pecan y ñandubay. Es de interés documentar las prácticas silvicultural utilizadas para la implantación de estas dos especies forestales multipropósito por su clara diferenciación de los paquetes tecnológicos comúnmente utilizados para forestación a gran escala de *Eucalyptus* y *Pinus*.

2 - Técnicas de implantación

2.1 - Producción y viverización de los stocks de plantas (INIA-Tacuarembó)





Plantas de pecan





Plantas de ñandubay

2.2 - Marcación de los ensayos (Escuela Agraria Los Arrayanes)



2.3 - Preparación del suelo: laboreo en fajas



2.4 - Realización de hoyo (poceado)



2.5 - Colocación de plantas



Pecan

Ñandubay con tutor

3 - Conclusión

Los paquetes tecnológicos utilizados para la implantación de los ensayos de pecan y ñandubay son mas demandantes en tiempo que los habitualmente utilizados para la plantación de especies de *Eucalyptus* y *Pinus* en el país.

La plantación con laboreo en fajas y con hoyos asegura un manejo sustentable del suelo, al evitar el laboreo total sin perder de vista la necesidad de desarrollo de las raíces de estas dos especies caracterizadas por su sistema radicular pivotante.

Las observaciones realizadas durante la viverización de las plantas permite concluir que esta etapa podría reducirse debido a las condiciones ecológicas muy favorables del Uruguay.

* Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal – INIA

** Escuela Agraria Los Arrayanes - UTU

Evaluación del comportamiento productivo de procedencias de dos especies forestales multipropósito (ñandubay y pecan) en zona sur

Zohra Bennadji *; Marcelo Alfonso *; Pablo Núñez *; Wilfredo González *; Jorge Lemos *; Federico Rodríguez *

1 - Introducción

En el marco del Plan Estratégico 2007-2011 del INIA, se inició un proyecto de investigación para la identificación, evaluación y selección de especies forestales multipropósito. Este proyecto apunta a la generación de información y de productos tecnológicos como insumos a la implementación de los lineamientos políticos del MGAPA para la integración e intensificación de los diferentes rubros productivos del país.

En el período 2007-2008, el pecan (*Carya illinoensis*) y el algarrobo (ñandubay) (*Prosopis affinis*), especies exótica y nativa respectivamente, fueron identificadas como promisorias (Bennadji, 2007), a través de una encuesta nacional dirigida a potenciales usuarios (productores forestales, ganaderos y agrícolas) y de talleres de validación en dos zonas del país

En el período 2008-2009, se procedió a la prospección de fuentes de semilla disponibles a nivel nacional en plantaciones de pecan y en formaciones naturales del área de repartición del algarrobo. La colecta de germoplasma permitió el establecimiento de una base genética constituida por 288 accesiones de pecan y 200 de algarrobo, habilitando la implementación de un programa de mejoramiento genético de estas dos especies (Bennadji *et al.*, 2008). Para fines de uso multipropósito, la velocidad de crecimiento, la forma del fuste y de la copa, la producción de frutos y la sanidad son los criterios de selección utilizados para la obtención de materiales de reproducción (seminales y clonales) mejorados localmente.

En el período 2010-2011, se instalaron 10 pruebas de progenies en zonas norte, sur, este, litoral y centro (Bennadji, 2010a; 2010b; Bennadji *et al.*, 2011) En este trabajo, se presentan resultados preliminares de los 2 ensayos instalados en zona sur del país en la Escuela Agraria de UTU Los Arrayanes (Piriápolis, Maldonado).

2 - Materiales y métodos

Los ensayos se instalaron en noviembre de 2011. Sus características se presentan en el Cuadro 1.

Cuadro1. Principales características de los ensayos

| Características | Ensayo Pecan | Ensayo ñandubay |
|-----------------------------|--|--|
| Fecha de plantación | Noviembre 2011 | Noviembre 2011 |
| Preparación de suelo | Laboreo en fajas de 2 m (2 pasadas de cincel y rotovador). Pozos de 25 cm de diámetro y 45 cm de profundidad realizados en medio de la faja con un mecha sin fin acoplada a un tractor. Control de hormigas con hormiguicida granulado. Control de liebre con colocación de una cinta eléctrica de 4 cm de ancho y 15 cm de altura. | Laboreo en fajas de 2 m (2 pasadas de cincel y rotovador). Pozos de 25 cm de diámetro y 45 cm de profundidad realizados en medio de la faja con un mecha sin fin acoplada a un tractor. Control de hormigas con hormiguicida granulado. Control de liebre con colocación de una cinta eléctrica de 4 cm de ancho y 15 cm de altura. |
| Distancia de plantación (m) | 6 x 6 | 6 x 6 |
| Diseño experimental | BCA con 7 repeticiones | BCA con 10 repeticiones |
| Tamaño de parcela | Monoárbol (1 planta) | Monoárbol (1 planta) |
| Número de procedencias | 25 | 11 |
| Superficie (ha) | 0.7488 | 0.4752 |

En la Figura 1 se presenta un mapa de ubicación geográfica con referencias de Google Earth.

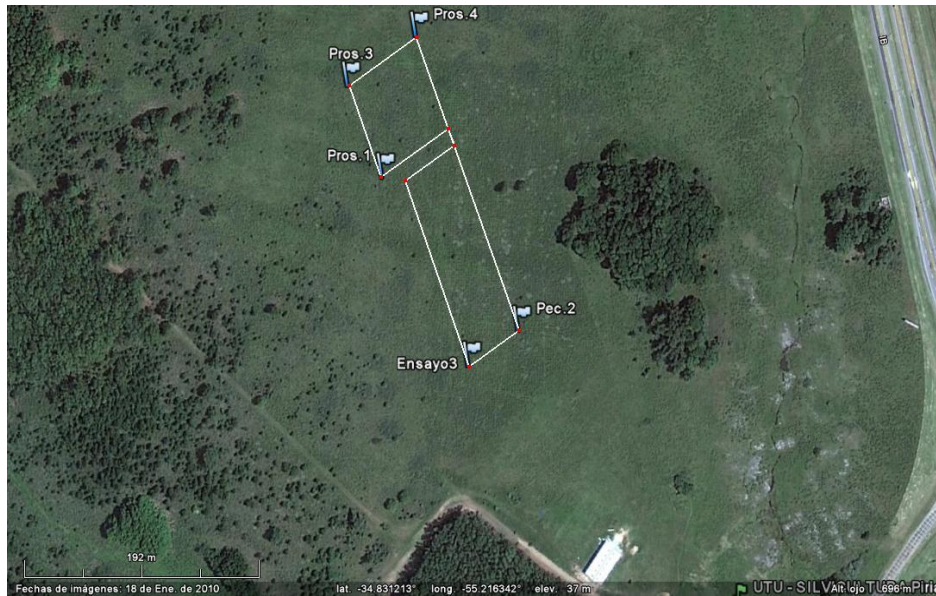


Fig. 1. Ubicación geográfica de los ensayos (Escuela Agraria Los Arrayanes –UTU, Piriápolis)

Las fuentes de semilla de ñandubay fueron colectadas en rodales naturales de montes de parque en el litoral y suroeste del país. Se han identificado cuatro procedencias de materiales genéticos en base a criterios ecológicos de homogeneidad climática y

edáfica. La quinta procedencia corresponde a Tacuarembó. Esta zona no ha estado asociada hasta la fecha al área de repartición natural del algarrobo, por lo cual constituye un hallazgo del trabajo de prospección realizado en el marco de este proyecto.

En la Figura 2 se presenta la ubicación geográfica de estas procedencias. Dentro de estas zonas, se procedió a la selección masal de individuos sobresalientes por su crecimiento, su tamaño de copa, la rectitud de su fuste, su estado sanitario y la abundancia de vainas fértiles.



Fig. 2. Ubicación geográfica de las procedencias de ñandubay

Las semillas de pecan fueron colecta en todo el país en plantaciones comerciales y en conjuntos arbóreos con números variables de individuos. En la Figura 3 se presenta la ubicación geográfica de estas procedencias. Los criterios utilizados para la selección masal de árboles madres sobresalientes fueron el crecimiento, el tamaño de copa, la rectitud del fuste, el estado sanitario y la abundancia de frutos.

Dada la amplia variación observada en los fuentes de semilla colectadas por procedencia (color, tamaño, viabilidad y tasa de germinación) para ambas especies, era esperable una gran variación de su comportamiento productivo en diferentes zonas ecológicas del país (Bennadji *et al*, 2008).

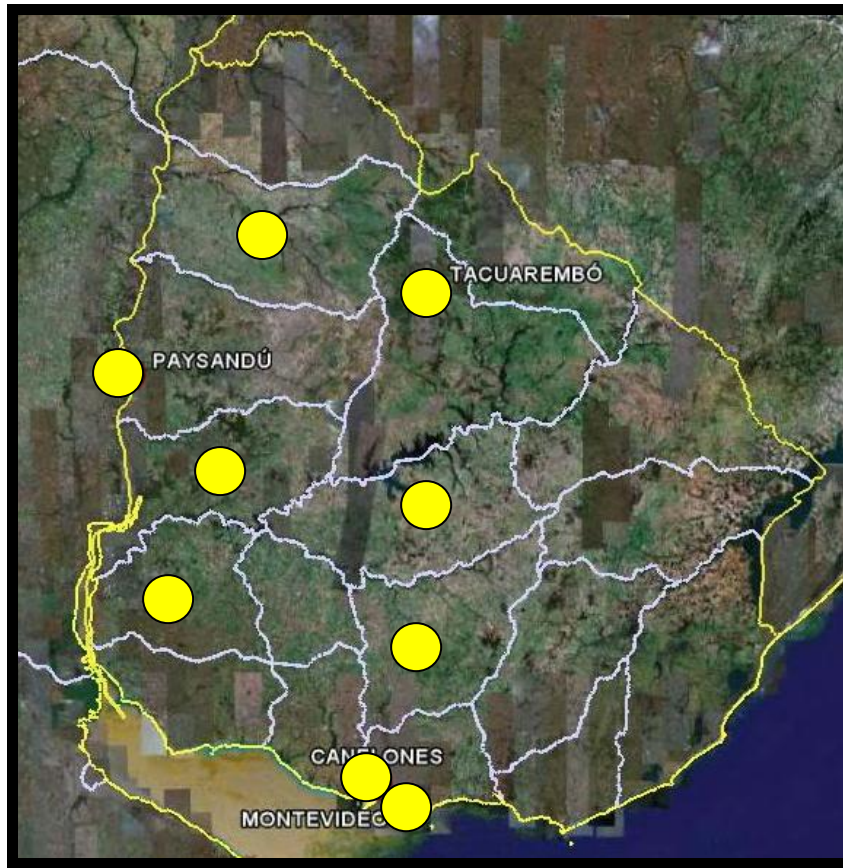


Fig. 3. Ubicación geográfica de las procedencias de pecan

En el mes de marzo de 2012, se estimó la sobrevivencia y se midió el crecimiento de los genotipos en evaluación en los dos ensayos instalados en zona sur.

3 - Resultados preliminares

En la Figura 4, se presenta el ranking de los valores promedios de sobrevivencia por procedencia del ñandubay, posteriormente a los 5 meses de plantación. En la Fig. 5, presentan los valores promedios del crecimiento de las accesiones de cada procedencia. Los valores de sobrevivencia del ñandubay varían entre 20 y 100%; el promedio del crecimiento es de 84,50, con una desviación estándar de $\pm 29,79$.

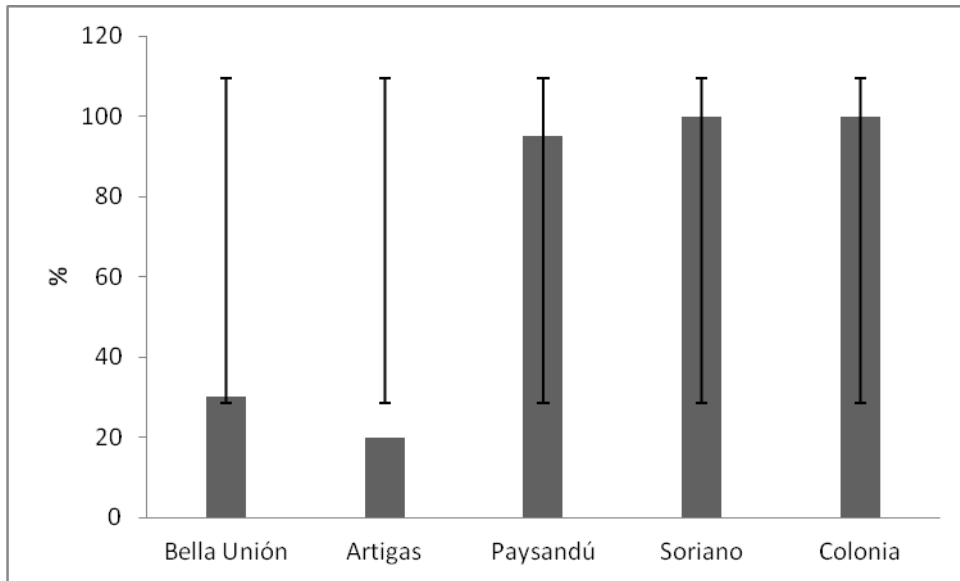


Fig.4. Ranking de los valores promedios de sobrevivencia por procedencia del ñandubay

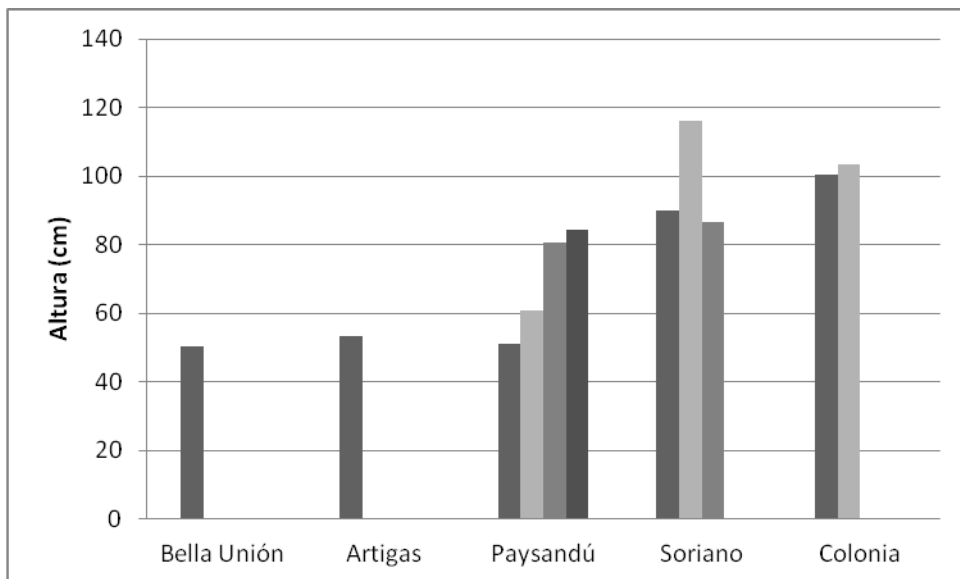


Fig 5. Crecimiento en altura de las procedencias del ñandubay

Los datos de sobrevivencia del ñandubay son variables. Surge una tendencia entre los materiales del litoral y los materiales de la zona suroeste que indica un mejor comportamiento de estos últimos. El crecimiento en altura sigue los mismos patrones de variación, con el desempeño remarcable de accesiones de Colonia y Soriano. Esta primera observación podría dar pautas para la regionalización de la colecta de materiales de materiales de reproducción.

En la Figura 6, se presenta el ranking de los valores promedios de sobrevivencia por procedencia del pecan, posteriormente a los 5 meses de plantación. el rango de

variación es de 71 a 100%, con un promedio de 97,72 y una desviación estándar de $\pm 6,78$. Varias accesiones presentan sobrevivencias de 100%.

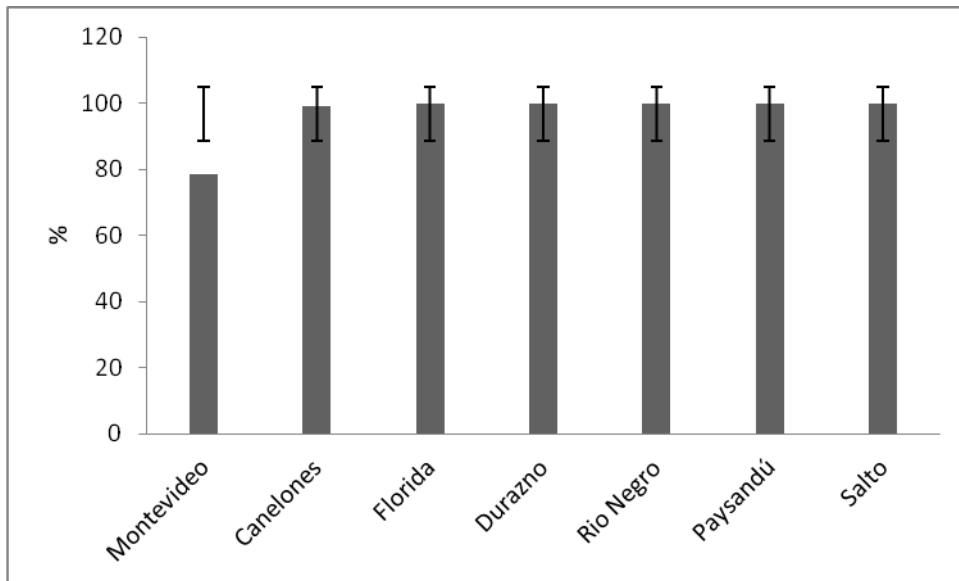


Fig. 6. Ranking de los valores promedios de sobrevivencia por procedencia de pecan

La Figura 7 presenta el crecimiento promedio en altura por procedencia y la Figura 8 el crecimiento en altura de las accesiones de la procedencia Canelones.

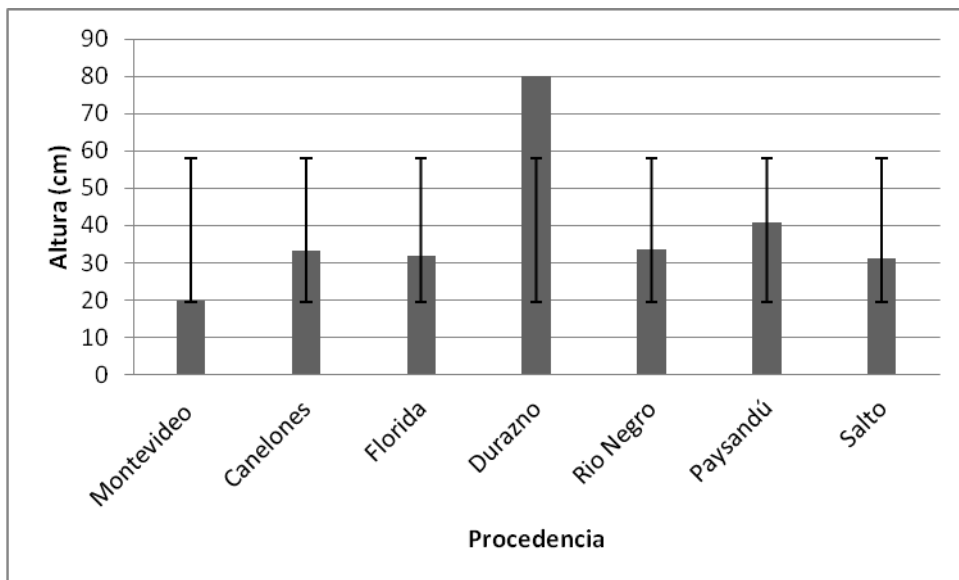


Fig. 7. Altura promedio por procedencia de pecan a los 5 meses de plantadas

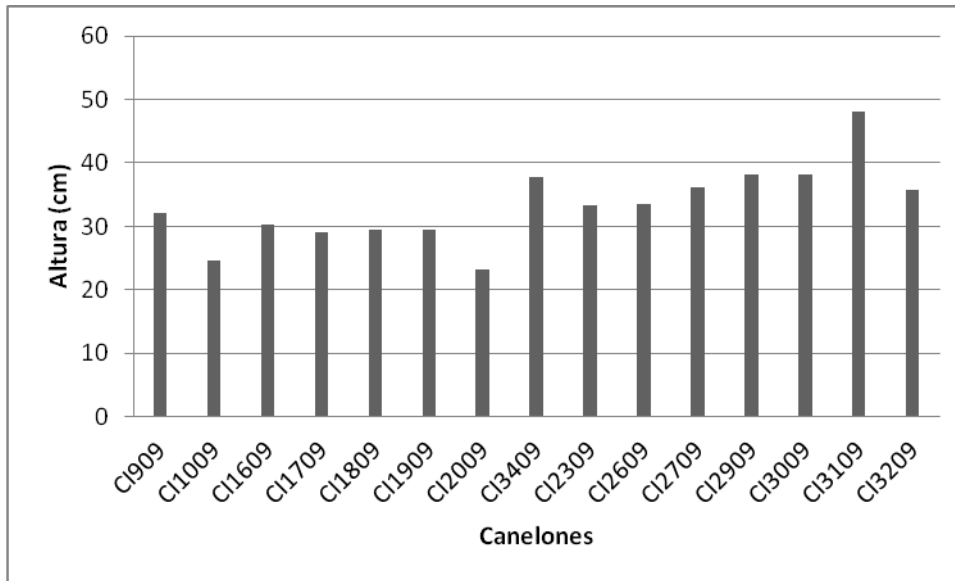


Fig. 8. Variación de la altura de las accesiones de la procedencia Canelones

La sobrevivencia de las procedencias de pecan es alta y remarcablemente homogénea. La variabilidad del crecimiento observada entre procedencias y entre accesiones es variable; se destaca el crecimiento de la accesión CI3309 de Durazno. Este comportamiento debe ponderarse, en primer lugar, a la luz de la ocurrencia de un importante déficit hídrico registrado durante el verano posterior a la instalación de este ensayo. En segundo lugar, esta variación se explica en parte por el carácter netamente no xerófito de esta especie exótica originaria de zonas templadas. Finalmente, el período de viverización ha permitido observar una gran variabilidad en crecimiento en altura y diámetro al cuello, destacándose también en esta etapa la accesión CI3309.

4 - Conclusión

Las procedencias de ñandubay y pecan presentan tasas de sobrevivencia interespecíficas diferentes en zona sur; por sus caracteres biológicos y ecológicos intrínsecos, estas diferencias eran previsibles entre una especie nativa y una especie exótica introducida.

El comportamiento intraespecífico de las procedencias en zona sur permite observar: (i) una alta variación de la sobrevivencia en todas las procedencias de ñandubay y en el crecimiento de sus accesiones, (ii) una sobrevivencia alta y homogénea en las procedencias de pecan con crecimientos variables por accesiones.

Estos datos preliminares muestran la importancia de la elección del material genético al momento de iniciar una plantación y confirman la importancia de la cuidadosa elección de su procedencia, señalada como fundamental en los programas de mejoramiento genético de especies forestales (Zobel y Talbert, 1984).

5 - Bibliografía

Bennadji, Z. 2007. Identificación y evaluación preliminar de especies arbustivas y arbórea multipropósito en el Uruguay. Proyecto PIMP 2007-2011. Documento Interno. 21 p

Bennadji, Z.; Puppo, M.; Alfonso, M.; Resquin, F.; Núñez, P.; Rodríguez, F.; 2008. Potencial de uso del pecan como especie multipropósito en Uruguay. Revista INIA Nº 14. Marzo 2008. pp. 42-45.

Bennadji, Z.; 2010a. Diversificación de especies forestales y forestación a pequeña escala en Uruguay: Una puesta al día. SAD Nº 625. INIA-Tacuarembó. pp. 1-7.

Bennadji, Z.; 2010b. Avances y perspectivas del proyecto “Diversificación y caracterización de especies arbóreas multipropósito”. SAD Nº 625. INIA-Tacuarembó. pp. 51-57.

Bennadji, Z.; Alfonso, M.; Aquino, D.; Núñez, P.; Rodríguez, F.; Gonzalez, W. 2011. Presentación de los ensayos de diversificación de especies (algarrobo y pecan) instalados sobre areniscas. SAD Nº 661. INIA Tacuarembó. pp. 17-21.

Burkart, A.; 1937. Estudios morfológicos y etológicos en el género *Prosopis*. Darwiniana 3 (1). pp. 27-47.

Burkart, A.; 1976. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae. Subfam. Mimosoideae). Jour. Arnold Arboretum 57(3): 217-249 y 57(4). pp. 450-525.

Zobel, B.J. y Talbert, J.T., 1984: Applied forest tree improvement. New Cork. John Wiley and Sons. 505 p.

* Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal - INIA