



ISSN: 1668 - 9258

Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria
URUGUAY

Jornada Técnica

Diversificación de especies forestales en zona litoral



Miércoles 24 de octubre de 2012

Tabla de Contenido

Prólogo	3
Diversificación de especies forestales en Uruguay: avances y perspectivas	5
1. Introducción	5
2. Avances	5
2.1. Marco de referencia y cronología de las acciones	5
2.2. Objetivos	6
2.3. Algunos conceptos	7
2.3.1. Concepto de especie forestal multipropósito	7
2.3.2. Mejoramiento genético participativo	7
2.4. Metodología	8
2.5. Resultados	8
2.5.1. Identificación y priorización de especies promisorias	9
2.5.2. Prospección en campo para la obtención de germoplasma	10
2.5.3. Evaluación de los materiales genéticos e instalación de ensayos en diferentes zonas agroclimáticas	12
3. Perspectivas	12
4. Referencias bibliográficas	12
Caracterización climática y edafológica en la zona de los ensayos de algarrobo y pecan de INIA Salto Grande	13
1. Caracterización pedológica del sitio en ensayo.....	14
2. Caracterización climática del área del ensayo.....	15
2.1. Temperatura	15
2.2. Precipitaciones	17
3. Bibliografía.....	20
Etapas de instalación y de seguimiento de los ensayos de diversificación de especies forestales (pecan y algarrobo) en zona litoral	23
1. Introducción	23
2. Técnicas de implantación	23
2.1. Producción y viverización de los stocks de plantas	23
2.2. Marcación de los ensayos	25
2.3. Preparación del suelo: laboreo en fajas.....	26
2.4. Realización de hoyos (poceado)	28
2.5. Colocación de plantas	28
3. Técnicas de seguimiento	29
3.1. Lucha contra la liebre	29
3.2. Medición	30
3.3. Control de maleza, tutoreo y podas	30
4. Conclusión.....	30
5. Referencias bibliográficas	31
Evaluación del comportamiento productivo de diferentes procedencias de pecan y algarrobo en el litoral	33
1. Introducción	33



2. Materiales y métodos	33
3. Resultados	36
3.1 Pecan.....	36
3.2. Algarrobo.....	38
4. Conclusión.....	39
5. Bibliografía.....	39
Las Casuarinas: un género útil con poca mejora	41
1. Antecedentes	41
2. Objetivos	42
3. Descripción general.....	42
4. Propagación.....	44
5. Mejora genética.....	44
6. Conclusión.....	46
7. Anexo. Descripción botánica	46
8. Referencias bibliográficas	47

Prólogo

En el marco de una nueva estrategia de desarrollo regional, y con una visión proactiva sobre potenciales oportunidades de crecimiento productivo con un enfoque sistémico e integrador, se han iniciado acciones en INIA Salto Grande en diversas áreas temáticas.

Por las características biológicas de especies perennes comunes a árboles forestales y a especies frutales, los campos de interés y los intercambios científicos y técnicos entre los investigadores de INIA Tacuarembó y de INIA Salto Grande son múltiples. Sin embargo, hasta la fecha, no hubo antecedentes de implementación de actividad operativa de investigación forestal en INIA Salto Grande y tampoco de difusión en el litoral norte.

Esta situación se debe básicamente al área de influencia del Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal de INIA, tradicionalmente asociada a las zonas de prioridad forestal definidas a nivel nacional por la Ley Forestal 15.939. Por lo cual, la presente Jornada Técnica de “Diversificación de especies forestales en zona litoral” constituye una suerte de hito histórico.

En esta Jornada, se presentarán y discutirán los resultados de los primeros ensayos instalados en INIA Salto Grande. Estos ensayos integran una red que cubre cinco zonas agroecológicas del país (norte, sur, este, oeste y centro) y pertenecen al proyecto de domesticación de especies forestales de alto valor; apuntan a la evaluación genética de pecan (*Carya illinoensis*) y algarrobo (*Prosopis affinis*), dos especies arbóreas multipropósito promisorias.

Las presentaciones abordarán: (i) el potencial de uso del algarrobo y del pecan en el litoral, (ii) el comportamiento productivo de un conjunto de sus procedencias, (iii) la caracterización edafo-climática de los ensayos y (iv) las técnicas de su implantación y seguimiento. La Jornada cuenta, a su vez, con aportes de participantes externos sobre: (i) la situación actual y las perspectivas de las formaciones naturales de los algarrobos en el litoral, a cargo de la Dirección General Forestal del MGAP y (ii) el potencial de mejora y de uso de las casuarinas, especies forestales multipropósito promisorias de especial interés para los productores horti-frutícolas del litoral.

El establecimiento en INIA Salto Grande de un módulo con especies forestales alternativas multipropósito además de permitir la realización de actividades clásicas de difusión y de transferencia de tecnología para productores de la zona del estilo de la que nos reúne hoy, podría adquirir con el transcurso del tiempo y, en función de sus resultados, carácter de predio demostrativo.

Dra. Zohra Bennadji
Responsable del Proyecto

Dr. Fernando Carrau
Director INIA Salto Grande



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

Diversificación de especies forestales en Uruguay: avances y perspectivas

Zohra Bennadji¹

1. Introducción

Frente a diferentes cambios registrados a nivel mundial, regional y local (cambios en el uso de la tierra, cambio climático, etc.), la diversificación forestal se perfila como una opción tecnológica factible para el uso eficiente de los recursos naturales en el Uruguay. En la Serie de Actividad de Difusión N° 680 de INIA (SAD N° 680, abril 2012), las fuerzas motrices de estos cambios en el sector agropecuario nacional, sus impactos y el lugar de las especies forestales como insumo para la diversificación se describen detalladamente. Se presenta, a su vez, la evolución de la diversificación forestal en el país, las especies utilizadas, sus avances y los desafíos de cara al cambio global. Esta información está disponible en la página Web de INIA en el siguiente link: <http://www.inia.org.uy/online/site/publicacion-ver.php?id=2502>.

Este trabajo detalla los aspectos relacionados a los avances logrados en esta temática por INIA con una presentación ampliada de sus acciones desde el 2006.

2. Avances

2.1. Marco de referencia y cronología de las acciones

En la Fig. 1 se presenta el marco de referencia institucional y la cronología del desarrollo de la temática de diversificación de especies forestales en INIA.

Fig.1. Marco de referencia y cronología de las acciones en diversificación de especies forestales en el INIA



¹ Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal – INIA Tacuarembó
E-mail: zbennadji@tb.inia.org.uy

Para la incorporación de los lineamientos estratégicos del MGAP, se han ejecutado dos proyectos de investigación, visualizando la diversificación de especies como insumo para la implementación de un modelo forestal alternativo de integración de los rubros agrícola-ganaderos y forestales. Estos proyectos reflejan también la demanda volcada y priorizada en dos períodos programáticos sucesivos (2006 y 2011) por los órganos de identificación y prospección de la demanda tecnológica de INIA (Consejo Asesor Regional, (CAR INIA Tacuarembó) y el Grupo de Trabajo Forestal). En el 2006, este tema fue también identificado y priorizado por la Mesa Tecnológica de la Madera.

2.2. Objetivos

En la Tabla 1 se presenta una síntesis de los objetivos de los dos proyectos de diversificación reportados en las acciones descritas en el punto anterior.

Tabla 1. Objetivos

Proyecto	Objetivo general	Objetivos específicos
Identificación y evaluación preliminar de especies arbóreas multipropósito	Identificar especies exóticas y autóctonas multipropósito con sus respectivas fuentes de semillas para iniciar los procesos de su evaluación.	<ul style="list-style-type: none"> • Identificación de especies multipropósito promisorias (exóticas y nativas) • Identificación de las fuentes de semilla correspondientes. • Propuesta de líneas de trabajo para la evaluación posterior de las especies priorizadas en programas de mejoramiento genético participativo.
Desarrollo de estrategias para la domesticación de especies forestales de alto valor	Contribuir a la diversificación del modelo forestal actual del país a través de la identificación y evaluación de especies alternativas de alto valor.	<ul style="list-style-type: none"> • Especies de alto valor identificadas y priorizadas • Especies priorizadas en proceso de evaluación y selección. • Protocolos disponibles para la producción de plantas de calidad.

2.3. Algunos conceptos

2.3.1. Concepto de especie forestal multipropósito

Una especie forestal multipropósito reúne las características de una especie comprobada en las condiciones ecológicas de su sitio de implantación y destinada a diferentes usos no necesariamente excluyentes. Los criterios de clasificación de este tipo de especie en función de su potencial de uso multipropósito se resumen en la Tabla 2; las especies multipropósito exhiben diferentes combinaciones de estos criterios y usos.

Tabla 2. Criterios de clasificación y usos de las especies multipropósito

Criterios	Usos
Económicos	Producción de madera de calidad a partir de especies de ciclos largos, denominadas comúnmente especies “nobles”.
	Obtención de materia prima en rotaciones cortas intensivas para la producción de energía.
	Producción de diferentes tipos de productos no madereros (PNM) como frutos, esencias, sustancias farmacéuticas, etc.
Ambientales	Proporción de servicios de protección a la actividad ganadera a través de la provisión de sombra y abrigo a los animales, y, eventualmente, complementación de su dieta con forraje en episodios de sequías.
	Proporción de servicios de protección a actividades horti-frutícolas a través del establecimiento de las clásicas cortinas rompe-viento.
	Proporción de servicios ambientales varios como reducción de procesos de erosión, estabilización de riberas de arroyos y ríos, contribución a la preservación de la biodiversidad y a la lucha contra el cambio climático como sumideros de carbono.
Sociales	Contribuciones varias a las comunidades asociadas a la forestación a pequeña escala.

2.3.2. Mejoramiento genético participativo

La diversificación de especies requiere del involucramiento temprano de los usuarios para asegurar su éxito. Una forma de inclusión efectiva es la implementación de acciones de mejoramiento genético participativo. En el caso particular de los dos proyectos de INIA, se delinearon las siguientes acciones:

- Encuesta por Internet.
- Talleres regionales de validación.
- Participación en la implementación de los programas de mejoramiento genético propiamente dichos.

Se prevé el desarrollo de componentes de capacitación, difusión y transferencia de tecnología.

2.4. Metodología

Se presenta a continuación un resumen de los principales aspectos metodológicos aplicados en los dos proyectos:

- Identificación de especies promisorias:
 - Estudios homoecológicos (especies exóticas)
 - Delimitación de regiones de procedencia (especies nativas)
- Selección masal local
- Colecta de material de reproducción
- Inicio de un banco de germoplasma activo
- Protocolos de germinación de semillas y de producción de plantas
- Diseño de estrategias de mejoramiento genético
- Instalación de una red nacional de ensayos

Esta estrategia aplica, a grande rasgos, las bases científicas comunes a los programas de mejoramiento genético de especies forestales y capitaliza la expertise acumulada por más de dos décadas en INIA en el establecimiento y la ejecución de los programas de mejoramiento genético de especies de *Eucalyptus* y *Pinus*.

Sin embargo, el trabajo en especies nativas implicó el desarrollo de capacidades nuevas, al igual que el trabajo con pequeños y medianos productores (metodologías de prospección, diseño de herramientas de mejoramiento genético participativa con una encuesta y talleres de validación en las etapas de identificación y priorización de especies y contactos en la etapa de instalación de ensayos).

2.5. Resultados

Los principales resultados logrados hasta la fecha en los dos proyectos se agrupan en torno a: (i) la identificación y la priorización de especies promisorias, (ii) la prospección en campo para la obtención de germoplasma, (iii) el inicio de la evaluación de los materiales genéticos con la instalación de ensayos en diferentes zonas y (iv) los resultados preliminares del comportamiento productivo de los materiales genéticos en los ensayos. Estos resultados se presentan a continuación a excepción del último que será detallado en el trabajo específico incluido en esta SAD " Evaluación del comportamiento productivo de diferentes procedencias de pecan y algarrobo en el litoral"

2.5.1. Identificación y priorización de especies promisorias

En la Tabla 3 se presenta la lista ampliada de especies priorizadas

Tabla 3. Listado de especies priorizadas

Especies exóticas	Especies nativas
<i>Juglans regia</i> (Nogal europeo)	<i>Prosopis affinis</i> (ñandubay)
<i>Castanea sativa</i> (Castaño)	<i>Prosopis nigra</i> (Algarrobo negro)
<i>Carya illinoensis</i> (Pecan; nogal americano)	<i>Ilex paraguariensis</i> (Yerba Mate)
<i>Quercus robur</i> (Roble americano)	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Timbó)
<i>Quercus palustris</i> (Roble palustris)	<i>Peltophorum dubium</i> (Ibirapitá)
<i>Salix</i> spp.(Sauces)	<i>Quillaja brasiliensis</i> (Palo del jabón)
<i>Populus</i> spp.(Álamos)	<i>Terminalia australis</i> (Palo amarillo)
<i>Casuarina</i> spp.(Casuarina)	<i>Nectandra angustifolia</i> (Laurel mini)
<i>Grevillea robusta</i> (Grevillea)	-----
<i>Acacia</i> spp.(Acacia)	-----

En la Tabla 4 se presenta un ejercicio sobre el potencial de uso multipropósito de dos especies promisorias en Uruguay. Ponderando la disponibilidad de fuentes de semilla en el país y la disponibilidad de recursos humanos y financieros, se optó por el pecan y el algarrobo (ñandubay).

Tabla 4. Potencial de uso multipropósito de dos especies promisorias en Uruguay.

Especie	Usos multipropósito potenciales					
	Producción de madera de calidad	Uso en SAF*	Recuperación de suelos degradados	Otros servicios ambientales	Producción de madera para energía	Obtención de PNM*
<i>Prosopis affinis</i> (ñandubay)	Sí	Sí	¿Sí?	Sí	Sí	Sí
<i>Carya illinoensis</i> (Pecan)	Sí	Sí	¿Sí?	Sí	No	Sí
* SAF: Sistemas Agro Forestales						
* PNM: Productos No Madereros						

2.5.2. Prospección en campo para la obtención de germoplasma

Para especies nativas se realizaron prospecciones en las regiones de repartición natural de *Prosopis affinis* (ñandubay), *Prosopis nigra* (algarrobo negro) y *Ilex paraguariensis* (yerba mate). En la Tabla 5 se presentan sus resultados.

Tabla 5. Resultados de prospección de nativas

Especies	Zonas prospectadas	Número de árboles marcados	Accesiones en banco activo PNF
<i>Prosopis affinis</i>	Artigas Bella Unión Colonia Paysandú Río Negro Soriano Tacuarembó	171	100
<i>Prosopis nigra</i>	Colonia Bella Unión Paysandú Río Negro Soriano	29	29
<i>Ilex paraguariensis</i>	Rivera Tacuarembó Trenta Y Tres	14	20

Para las especies exóticas, la prospección se realizó en el sur, litoral, norte, centro y este del país de *Juglans regia* (nogal europeo), *Carya illinoensis* (pecan, nogal americano), *Castanea sativa* (castaneo) y *Quercus spp.* (robles) (Tabla 6).

Tabla 6. Resultados de prospección de nativas.

Especies	Zonas prospectadas	Número de árboles identificados	Accesiones en banco activo PNF
<i>Juglans regia</i>	Canelones Florida Lavalleja Montevideo Paysandú Tacuarembó	166	198
<i>Carya illinoensis</i>	Canelones Durazno Florida Montevideo Paysandú Salto Tacuarembó	177	190
<i>Castanea sativa</i>	Canelones Lavalleja Montevideo Tacuarembó	37	37
<i>Juglans nigra</i>	Canelones Florida Montevideo	8	8
<i>Quercus robur</i>	Canelones Tacuarembó	37	37
<i>Quercus palustris</i>	Tacuarembó	8	7
<i>Castanea sativa</i>	Canelones Montevideo Minas Tacuarembó	25	22

2.5.3. Evaluación de los materiales genéticos e instalación de ensayos en diferentes zonas agroclimáticas

Se desarrollaron protocolos de germinación de semillas y de producción de plantas en laboratorio y vivero para pecan, nogal europeo y algarrobo. Se instaló en el 2011 una red nacional de ensayos de algarrobo y pecan en Tacuarembó, Sarandí Grande (Florida), Pan de Azúcar (Maldonado), Valentines (Cerro Largo) y Salto Grande (Salto).

3. Perspectivas

Las superficies dedicadas a diversificación forestal en el país son hoy en día 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*, *Carya*, *Quercus*, *Platanus*, *Populus* y *Salix* que demuestran sus potencialidades productivas, económicas, sociales y ambientales. Estas potencialidades adquieren un particular relieve en los escenarios actuales del cambio global.

El abordaje sistemático de la temática llevado a cabo actualmente por INIA permitirá, a largo plazo, disponer de materiales genéticos mejorados de especies multipropósito promisorias. En el mediano y corto plazo, las actividades se centraran en: (i) el seguimiento de los ensayos para la evaluación del comportamiento del pecan y del algarrobo y de sus materiales genéticos en diferentes zonas agroecológicas, (ii) el mantenimiento y la ampliación de los bancos de germoplasma activo y (iii) la incorporación de nuevas especies para disponer de campos demostrativos en diferentes zonas del país.

4. Referencias bibliográficas

Berterreche, A. 2006. La Forestación y la Diversificación de la Producción Agropecuaria. Documento digital: <http://www.iica.org.uy>.

MGAP 2005. Lineamientos estratégicos de la institucionalidad pública agropecuaria. Documento sin numeración.

Tuset, R. 1981. Forestación para productores agropecuarios. Plantación y uso del árbol en el establecimiento rural. Ed. Hemisferio Sur. Montevideo, Uruguay. 362 p.

Van Den Beldt, R.J.; Awang, K.B.; 1992. Tree Improvement Programme of multipurpose Tree Species Research Network. In: Proceeding of the International Consultation on the Development of the ICRAF MPT Germplasm Centre. Nairobi, 2-5 June 1992. pp. 179-184.

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

Caracterización climática y edafológica en la zona de los ensayos de algarrobo y pecan de INIA Salto Grande

Carmen Goñi² y Alvaro Otero³

Uruguay no ha escapado a la preocupación general por realizar un uso cada vez más sustentable de sus recursos naturales (suelo, agua, biodiversidad). En los últimos años se observa una fuerte competencia por el uso de la tierra entre los sistemas productivos agrícola, ganadero y forestal, como consecuencia del avance territorial del cultivo de la soja y cuyo resultado se evidencia en los cambios de las fronteras agrícolas existentes y la revalorización de la tierra a nivel del país.

Esta situación plantea la necesidad de evaluar sistemas productivos alternativos satisfaciendo no solo objetivos productivos sino también ecológicos y económicos. Al definir un sitio en cualquier rubro debemos integrar no solo las características climáticas y de suelo sino también el manejo que hagamos del agro ecosistema como un todo, con las características de las especies que lo conforman.

En el proyecto “Desarrollo de estrategias de mejoramiento genético para la domesticación de especies forestales de alto valor”, la incorporación de especies promisorias no tradicionales como el algarrobo y el pecan al sistema forestal tradicional de pinos y eucaliptus da la posibilidad de una evaluación de productos alternativos a los realizados hasta la fecha con la obtención de otros productos no madereros y de servicios ecosistémicos varios, como la reducción de los procesos de erosión, la fijación de carbono, etc. Estos productos serán en gran medida el resultado del manejo que se realice de los recursos disponibles.

La introducción y evaluación de nuevos rubros agropecuarios (algarrobo y pecan) en el sistema forestal abre una oportunidad de diversificación, innovación y de llegar a potenciar el sistema silvopastoril en la región y el país.

El pecan, *Carya illinoensis* (Koch) es una especie frutal perteneciente a la familia Juglandaceae al igual que el nogal común (*Juglans regia*), pero de origen americano. El cultivo de pecan, tal como muchos cultivos arbóreos, puede considerarse un sistema más sustentable que otras formas de agricultura, ya que no produce riesgos de erosión, y los requerimientos de uso de pesticidas son mínimos (Diver y Ames, 2000).

La incorporación del cultivo del pecan al manejo de sistemas silvopastoriles con actividades intercalares como ganadería, pasturas, crea sistemas más sustentables para el uso de la tierra y abre la oportunidad de la comercialización de un fruto que es altamente demandado en Estados Unidos y Europa.

² Programa Nacional de Investigación en citricultura. INIA-Salto Grande. Email: cgoñi@sg.inia.org.uy

³ Programa Nacional de Sustentabilidad Ambiental. Email: aotero@sg.inia.org.uy.

Por otro lado, *Prosopis affinis*, el algarrobo (ñandubay) es una nativa ampliamente conocida en la región por la calidad de su madera, y que combina esta característica con la de ser una reconocida estabilizadora y mejoradora de suelo como fijadora de N (Ferrari *et. al.*, 2004). Su porte y sombra además lo hacen apto para su uso en sistemas silvopastoriles satisfaciendo los principios de bienestar animal.

El algarrobo no tiene restricciones climatológicas aunque se reporta que no se adapta a suelos mal drenados (Sabattini, 2002). El pecan por otro lado, si bien es capaz de crecer en una amplia gama de suelos, su mejor desarrollo y producción se logra en suelos moderadamente profundos, de texturas medias y livianas, con un rango de pH entre 5 a 8, sin salinidad ni alcalinidad en el perfil.

El árbol de nuez pecan está bien adaptado a zonas subtropicales y tiene buen crecimiento en áreas con inviernos cortos y fríos, y de veranos largos y muy cálidos. Se requieren bajas temperaturas en invierno y aún heladas para una buena floración, y las altas temperaturas durante el verano favorecen la formación del fruto (NDA, 2000). La literatura señala como condiciones óptimas de verano temperaturas mensuales máximas superiores a los 28 °C y durante el invierno menores a 23°C, y medias mensuales mínimas superiores a los 16°C en verano y menores a los 8°C durante el invierno.

Las zonas más adecuadas del cultivo se localizan en aéreas con inviernos cortos y fríos y veranos largos y cálidos con bajo riesgo de heladas tempranas y tardías y una humedad relativa inferior al 55% durante la mayor parte de la estación de crecimiento. Condiciones de muy alta humedad y precipitación le son desfavorables ya que el árbol de pecan tiene alta susceptibilidad al ataque de sarna.

1. Caracterización pedológica del sitio en ensayo

El módulo experimental está ubicado en una ladera media plana con 2-3% de pendiente. Se trata de un suelo clasificado como Argisol Distrito Ocrítico Abruptico, lo que para la clasificación americana es sinónimo de un suelo *Fine, mixed, superactive, thermic Typic Argiudoll*. Su descripción a taladro es la siguiente:

0-20 cm	A ₁₁ , 10YR, FAr (c/arena gruesa), tr. gr., pHc 5.2-5.4.
20-32 cm	A ₁₂ , 10YR 3/1.5, FAr, tr. ab., pHc 4.8-5.
30-42 cm	B ₁ , 10YR 3/1.5, FAcAr p a AcAr, tr. cl., pHc 5.8.
40-60 cm	B _{21t} , 10YR 2/1.5 c/moteados 10YR 3/4 y 4/4c, AcAr, tr.gr., pHc 6-6.2.
	60-75 cm B _{22t} , 10YR 3/1.5 y 4/1 c/moteados 10YR 5/6ab, 2-3 t y n; Acp, tr.gr., pHc 6.2-6.4.
75-85 cm	B _{23t} , 2/5 y 5/2 c/moteados 10YR 5/6 c, 2-3t, Acp, c/algo gravilla, tr.cl.
	85-103 cm B _{24t} /B ₃₁ , 10YR 4/1 y N5/0 c/moteados 10YR 5/8c 2-3 n, Acp, c/gravilla y grava común, conc Fe-Mn c2-3 fr, tr.gr., pHc 6.6-6.8.
103-115 cm	B ₃₂ , 10YR 5/1 y 5YR 4/6, Ac, conc Fe-Mn c 2-3 d y fr, tr.gr.
115+ cm	C, 5 YR 4/7 y 7.5 YR 5/4, Ac, pHc 7.4.

Se trata de un suelo moderadamente profundo, de color pardo grisáceo con bajo contenido 1.2-1.8 % de MO, una CIC < 15 ppm, con una fertilidad natural de media a baja. La textura FAr del horizonte A, la profundidad total y la disponible para el arraigamiento de las raíces junto a su buena velocidad de infiltración del agua dada fundamentalmente por su macroporosidad tipificarían este suelo como de bajo riego de sequía. La ubicación topográfica, junto con la profundidad del horizonte A, y la buena permeabilidad e infiltración de agua de lluvia sitúan al suelo con un riego moderadamente bajo de erosión.

2. Caracterización climática del área del ensayo

2.1. Temperatura

Uruguay se caracteriza con un régimen térmico con variaciones de Norte a Sur, como puede observarse en los mapas (figura 1) de las isotermas de temperaturas, mínimas, medias y máximas a nivel del país.

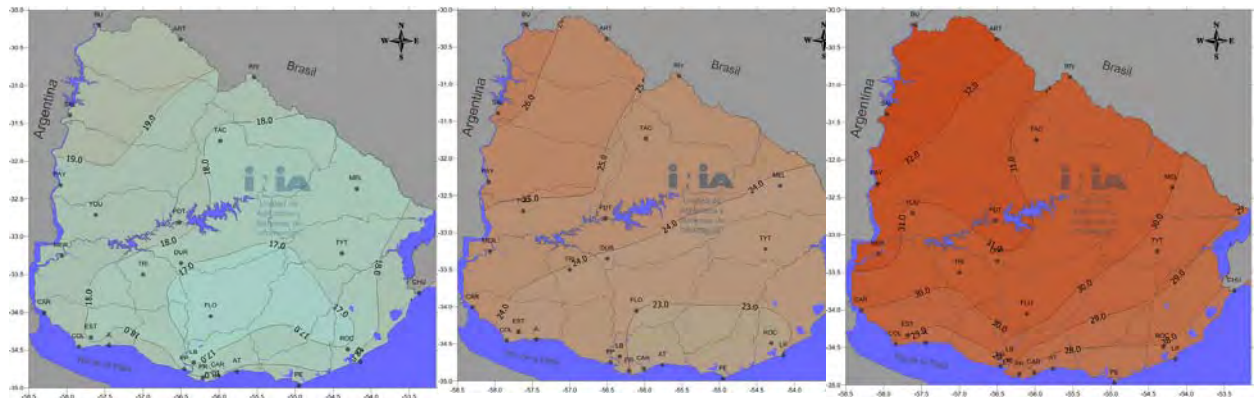


Figura 1. Isotermas de temperaturas mínimas, medias y máximas para Uruguay (INIA-GRAS).

No todas las etapas fenológicas de las especies tienen requerimientos en el mismo rango de temperaturas. Las temperaturas máximas y mínimas afectan en grado diferente los procesos fisiológicos de crecimiento, floración, desarrollo del fruto y cosecha. A los efectos de observar la variabilidad de las temperaturas mínimas, medias y máximas durante el año se tomaron como referencia la serie histórica de las mismas para la estación agroclimatológica de INIA SG (figuras 2-4) y los datos de temperaturas de la Dirección Nacional de Meteorología para la ciudad de Salto (figura 5).

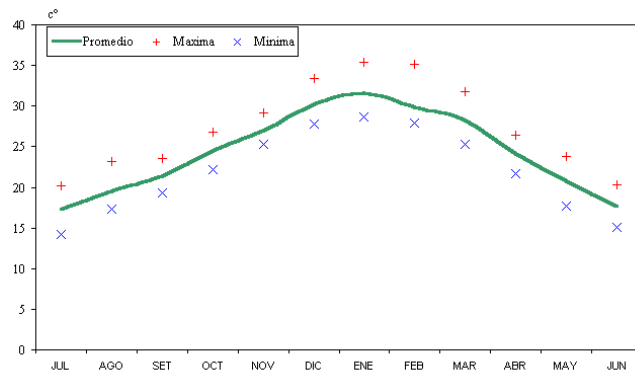


Figura 2. Temperatura máxima promedio mensual al abrigo (C°) y valores extremos registrados de la temperatura máxima en INIA SG período 1971-2007.

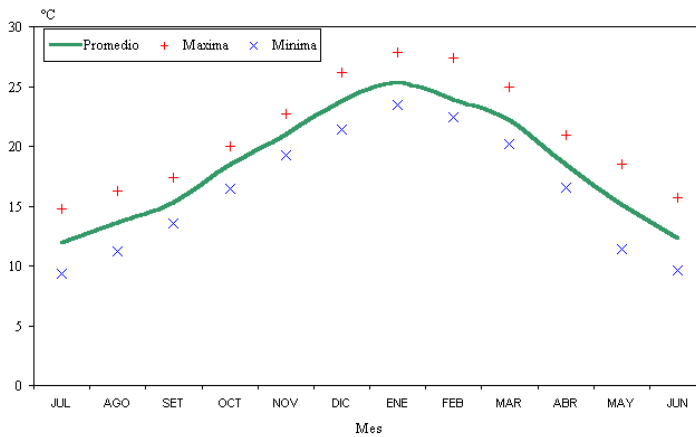


Figura 3. Temperatura media mensual al abrigo (C°) y valores extremos registrados de la temperatura promedio en INIA SG período 1971-2007.

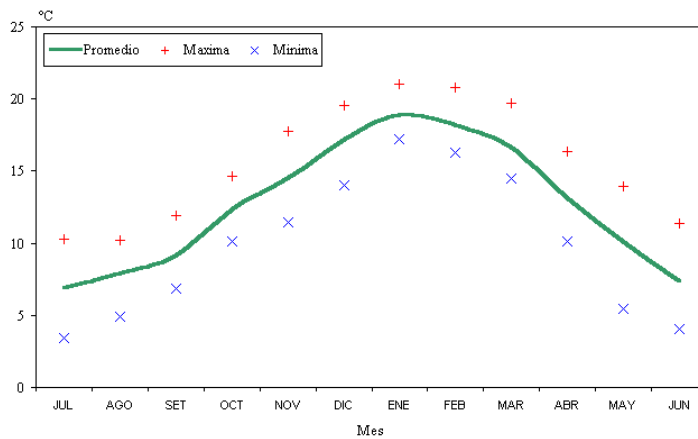


Figura 4. Temperatura mínima promedio mensual al abrigo (C°) y valores extremos registrados de la temperatura mínima en INIA SG período 1971-2007.

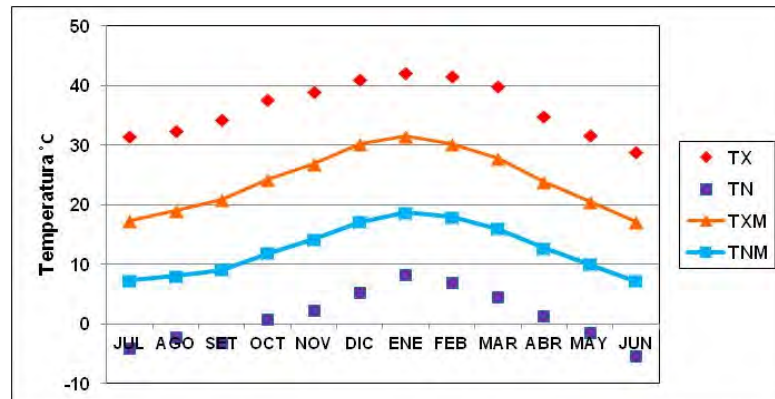


Figura 5. Temperaturas máximas y mínimas promedios mensuales (C°), para la ciudad de Salto del período 1961-1998, con valores extremos de mínimas y máximas (Dirección Nacional de Meteorología).

2.2. Precipitaciones

La pluviometría en la zona de del litoral norte del Río Uruguay alto se caracteriza por una alta variabilidad, entre años para el mismo mes bajo consideración, además de una alta dependencia de la pluviometría regional (meses de noviembre, diciembre y enero) al grado de intensidad del fenómeno Niño (ENSO). Esta alta relación entre las fases del Niño, por ejemplo no es tan claramente marcada en regiones del sur del país, como ser en la región de influencias de INIA Las Brujas.

La precipitación mensual media a nivel del país se sitúa en el rango entre los 100 y 80 mm (figura 6), sin embargo cuando se analiza la distribución mensual de las precipitaciones para un mismo mes en una localidad como INIA-SG, la variabilidad es aún superior. Una alta variabilidad caracteriza al mes de enero, con valores extremos de relevancia productiva, mientras que durante el periodo invernal (Jun-Jul-Ago) la precipitación promedio es menor que la de los restantes meses (figura 7)

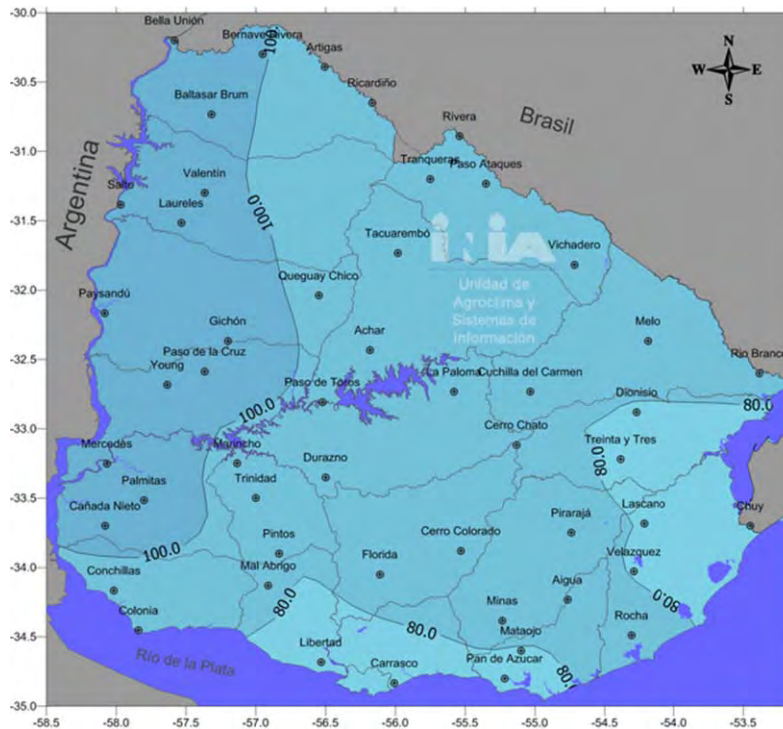


Figura 6. Precipitación media mensual a nivel del país

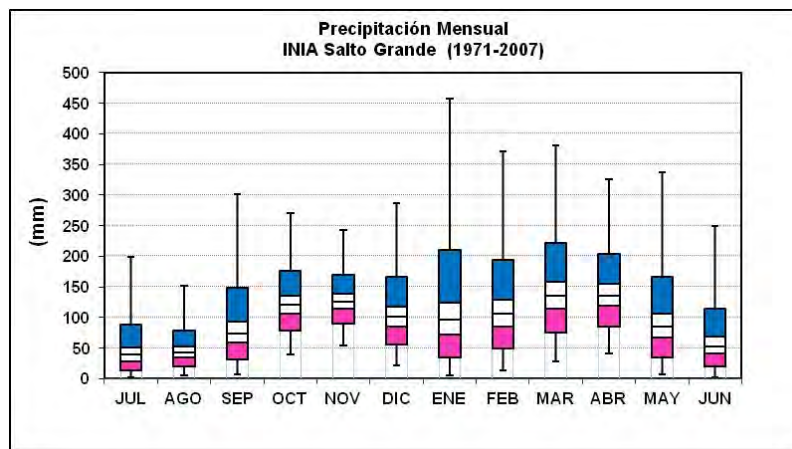


Figura 7. Distribución de la precipitación media mensual para la estación agrometeorológica de INIA SG (1971-2007).

A su vez si analizamos la evapotranspiración potencial (Penman) y el valor de tanque A en sus valores históricos para INIA SG, vemos que en el período estival (Nov-Dic-Ene) ocurren los valores máximos pero con una marcada menor variabilidad entre años para el mismo mes (figura 8).

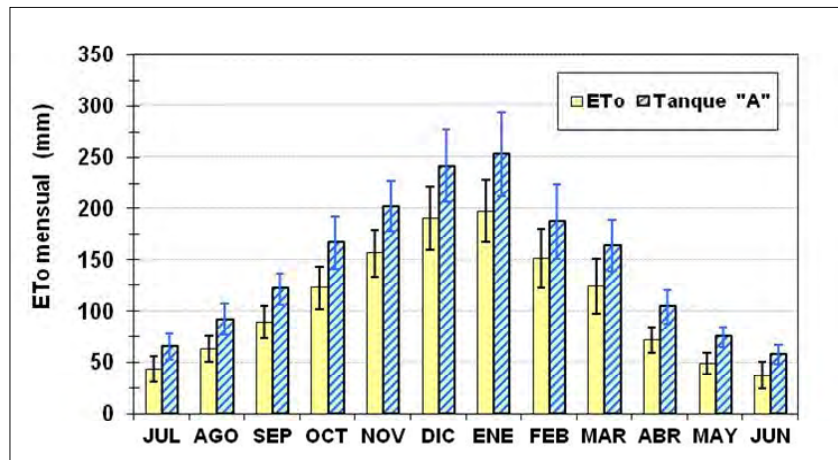


Figura 8. Distribución mensual de la evapotranspiración de referencia (Penman Montith FAO56) y de la evapotranspiración de tanque A media mensual para la estación agrometeorológica de INIA SG. Período 1984-2007.

Las características de suelos junto con el desarrollo de las distintas etapas fenológicas de un cultivo resultan ser claves al momento de valorar la potencial adaptación de una especie en un sitio dado. El régimen térmico, la distribución de las precipitaciones y la evapotranspiración son variables de importancia al momento de definir el sitio y las prácticas de manejo a emplear.

Una de las mayores limitantes señaladas para el cultivo del pecan es quizás su innata condición de tener una producción alternante. Para disminuir este efecto alternante nada es más importante como lograr una equilibrada cosecha de alta calidad año tras año. Para eso es necesario tener en cuenta algunos otros requerimientos relacionados con las condiciones de suelo como la mantención de un adecuado nivel de fertilidad y el estado nutricional de las plantas. Al igual que otros cultivos alternantes el manejo de la carga (producción de fruta) y un adecuado nivel de fertilidad resultan ser fundamentales en amortiguar ese efecto.

También se ha reportado asiduamente para el caso de los pecanes la deficiencia de Zn (Herrera, 2005), situación que no es ajena en los cítricos del área. La disponibilidad, asimilación del Zn en el suelo está directamente relacionada al pH del mismo. Suelos de pH < 4.5 o > 7.5 tienen menor facilidad de que el Zn sea asimilado por un cultivo.

Toda producción precoz y a un ritmo sostenido a lo largo de los años de nueces de alta calidad requieren de un adecuado programa de fertilización. Según (Sparks *et al.*, 1997), una cosecha de 1,2 Mg ha⁻¹ de nuez pecan remueve 9,7 kg ha⁻¹ de nitrógeno (N), 2,3 kg ha⁻¹ de fósforo (P), 4,5 kg ha⁻¹ de potasio (K), 0,03 kg ha⁻¹ de magnesio (Mg), 0,03 kg ha⁻¹ de hierro (Fe), y 0,04 kg ha⁻¹ de zinc (Zn).

Independiente del tipo de suelo, en especies perennes, el seguimiento anual del estado nutricional mediante el análisis de tejidos es altamente recomendable y es un mejor indicador del estado de suficiencia a no de un nutriente que el propio nivel de un análisis de suelo. El nivel en suelo de un nutriente determina el nivel potencial del nutriente, en cambio el nivel foliar integra el proceso de absorción por el cultivo. Es decir podemos tener un nivel adecuado en suelo, sin embargo por otras razones ese nutriente no está disponible para el cultivo, caso típico es el de nutrientes que se mueven y llegan a la raíz por flujo de masa, como por ejemplo, la disponibilidad de N para la planta en condiciones de seca. Las muestras foliares deben tomarse anualmente para hacer un buen seguimiento.

Tabla 1. Niveles de suficiencia para los elementos esenciales en Pecan

Nutriente	Nivel Optimo	Nutriente	Nivel Optimo
N %	2.70 - 3.50	Fe ppm	50 - 300
P %	0.14 - 0.30	Mn ppm	200 - 500
K %	1.25 - 2.50	Zn ppm	50 - 100
Ca%	1.00 - 1.75	Cu ppm	6 - 30
Mg%	0.30 - 0.60	B ppm	15-50
S%	< 0.2	J. Benton Jones Jr, B. Wolf y H. A. Mills	

3. Bibliografía.

Diver, S y G. Ames. 2000. Sustainable Pecan Production. NCAT- National Center for Appropriate Technology. <http://attra.ncat.org/attra-pub/PDF/Pecan.pdf>.

NDA. 2000. Cultivating pecan nuts. National Department of Agriculture, South Africa. Compiled by Directorate Communication, National Department of Agriculture in cooperation with ARC-Institute for Tropical and Subtropical Crops. <http://www.nda.agric.za/docs/pecan/pecan.htm>

Sparks, D y G.D. Madden. 1997. Effect of the genotype on the elemental concentration of pecan leaves Hort Sci 12: 251-252.

Herrera, E. Pecan Orchard Fertilization . 2005. Guide H-602. NMSU and the U.S. Department of Agriculture.

Ferrari, A. E. y G. Wall. 2004. Utilización de árboles fijadores de nitrógeno para la revegetación de suelos degradados. Revista de la Fac. de Agronomía, La Plata 105(2). 63-87.

Carvalho, M.M., Xavier, F.X., y Alvin, M.J. Uso de leguminosas arbóreas en la recuperación y sustentabilidad de pasturas cultivadas <http://ftp.fao.org/docrep/nonfao/lead/x6342s/X6432s00.pdf>.

Sabattini, R. A., Muzzachiodi, N. y Dorsch, A.F. 2002. Manual de prácticas de manejo del monte nativo. UNER. Paraná. E. Riós : 1-53.



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

Etapas de instalación y de seguimiento de los ensayos de diversificación de especies forestales (pecan y algarrobo) en zona litoral

Zohra Bennadji⁴; Fernando Carrau⁵; Marcelo Alfonso⁴; Marcelo Richard⁶; Pablo Nuñez⁴; Wilfredo Rodríguez⁴; Darwin Aquino⁶

1. Introducción

En este trabajo se presenta una secuencia con fotos de las principales etapas de instalación y del seguimiento de los ensayos de diversificación de pecan y algarrobo en INIA Salto Grande. Es de interés documentar las prácticas silviculturales utilizadas para la implantación y el seguimiento 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)



⁴ Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal – INIA Tacuarembó

⁵ Dirección Regional INIA Salto Grande. E-mail: fcarrau@sg.inia.org.uy

⁶ INIA Salto Grande



Plantas de pecan





Plantas de algarrobo

2.2. Marcación de los ensayos (INIA Salto Grande)





2.3. Preparación del suelo: laboreo en fajas





2.4. Realización de hoyos (poceado)



2.5. Colocación de plantas



Pecan



Ñandubay con tutor

3. Técnicas de seguimiento

3.1. Lucha contra la liebre



3.2. Medición

Se realiza el registro de sobrevivencia y la medición de la altura. El DAP (diámetro a altura del pecho) no se mide todavía, debido a la edad juvenil de los ejemplares.

3.3. Control de maleza, tutoreo y podas.



4. Conclusión

Los paquetes tecnológicos utilizados para la implantación de los ensayos de pecan y algarrobo insumen más 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 sobre la sobrevivencia y el crecimiento de plántulas permiten concluir que esta etapa podría reducirse debido a las condiciones ecológicas muy favorables del Uruguay.

Los daños ocasionados por la liebre en estos ensayos y en el resto de la red Tacuarembó (norte), Sarandí Grande (centro), Valentines (Cerro Largo) y Piríapolis (sur) han sido recurrentes y significativos; colocan la liebre en el rango de plaga nacional con la necesidad de la planificación de la correspondiente lucha para mitigar sus daños.



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

5. Referencias bibliográficas

Bonino, N.; 2009. Liebres y conejos como plagas de plantaciones forestales. INTA-Argentina. Cuadernillo N°7. 13 p.



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

Evaluación del comportamiento productivo de diferentes procedencias de pecan y algarrobo en el litoral

Zohra Bennadji⁷; Fernando Carrau⁸; Marcelo Alfonso⁷; Marcelo Richard⁹; Pablo Núñez⁷; Wilfredo González⁷

1. Introducción

En el marco del Plan Estratégico 2007-2011 de INIA, se inició un proyecto de investigación sobre identificación y evaluación de especies forestales multipropósito. Dos especies fueron identificados como promisorias: el pecan (*Carya illinoensis*) y el algarrobo (ñandubay) (*Prosopis affinis*), exótica y nativa respectivamente.

En el período 2008-2009, se procedió a una prospección del germoplasma disponible a nivel nacional en plantaciones de pecan y en formaciones naturales del área de repartición del algarrobo. La identificación de fuentes de semillas y la colecta de materiales genético permitieron el establecimiento en INIA Tacuarembó de un banco de germoplasma activo conformado por 177 accesiones de pecan y 200 accesiones de algarrobo. Dada la amplia variabilidad observada en estos materiales genéticos (tamaño, color y peso), era esperable una variación de su comportamiento productivo en diferentes zonas ecológicas del país.

En el marco del PEI 2012-2016, se planificó un programa para la evaluación, selección y producción de materiales de reproducción (seminales y clonales) mejorados localmente para fines multipropósito; lo cual implica mejorar la velocidad de crecimiento, la forma de fuste y de copa y la producción de frutos. Por tal motivo, se instalaron 10 pruebas de progenies en zonas norte, sur, este, litoral y centro en un proyecto de domesticación de especies forestal de alto valor.

En este trabajo, se presentan resultados de los dos ensayos instalados en litoral en el Campo Experimental 3 de INIA Salto Grande.

2. Materiales y métodos

Los ensayos se instalaron en noviembre de 2011. Sus principales características se resumen en la Tabla 1.

⁷ Programa Nacional de Investigación en Producción Forestal – INIA Tacuarembó.

E-mail: zbennadji@tb.inia.org.uy

⁸ Dirección Regional – INIA Salto Grande

⁹ INIA Salto Grande

Tabla 1. Principales características de los ensayos

Características	Ensayo Pecan	Ensayo algarrobo
Fecha de plantación	29 de noviembre 2011	29 de noviembre 2011
Preparación de suelo	<p>Laboreo en fajas de 2 m (2 pasadas de cincel y rotovador).</p> <p>Pozos de 25 cm de diámetro y 45 cm de profundidad realizado en medio de la faja con una mecha sin fin acoplada a un tractor.</p> <p>Control de hormigas con hormiguicida granulado.</p> <p>Control de liebre con colocación de una cinta eléctrica de 4 cm de ancho a 15 cm de altura.</p>	<p>Laboreo en fajas de 2 m (2 pasadas de cincel y rotovador).</p> <p>Pozos de 25 cm de diámetro y 45 cm de profundidad realizado en medio de la faja con una mecha sin fin acoplada a un tractor.</p> <p>Control de hormigas con hormiguicida granulado.</p> <p>Control de liebre con colocación de una cinta eléctrica de 4 cm de ancho a 15 cm de altura.</p>
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.



Figura 1. Ubicación geográfica de los ensayos (Campo Experimental 3. INIA Salto Grande)

Las fuentes de semilla de algarrobo fueron colectadas en rodales naturales en el litoral y sur del país. Se identificaron cuatro zonas de colecta de materiales en base a criterios de homogeneidad climática y edáfica. En la caso del pecan, la colecta se realizó en plantaciones comerciales de todo el país y en conjuntos de diferentes tamaños localizados en predios, fincas y casa privadas.

La ubicación geográfica de las zonas de colecta de fuentes de semilla de algarrobo y de pecan y las metodologías de selección de los individuos sobresalientes han sido descriptas detalladamente en la Serie de Actividades de Difusión N°680 de INIA (SAD N° 680, abril 2012; Jornada Técnica de "Diversificación de especies forestales en zona sur"). Esta publicación está disponible en la página Web de INIA, en el siguiente link: <http://www.inia.org.uy/online/site/publicacion-ver.php?id=2502>.

La caracterización edáfica y climática de la zona se presenta en un trabajo incluido en esta publicación.

En el mes de abril de 2012, se estimó la sobrevivencia de los genotipos en evaluación y en agosto se realizó la primera medición.

3. Resultados

3.1 Pecan

La sobrevivencia posterior a los 6 y a los 10 meses de las diferentes procedencias de pecan es alta (71 a 100%). Estos valores contrastan con los obtenidos en las cuatro otras zonas del país donde se observó una mayor variabilidad por procedencia. En la Fig. 2 se presenta el ranking de los valores promedios de sobrevivencia por procedencia.

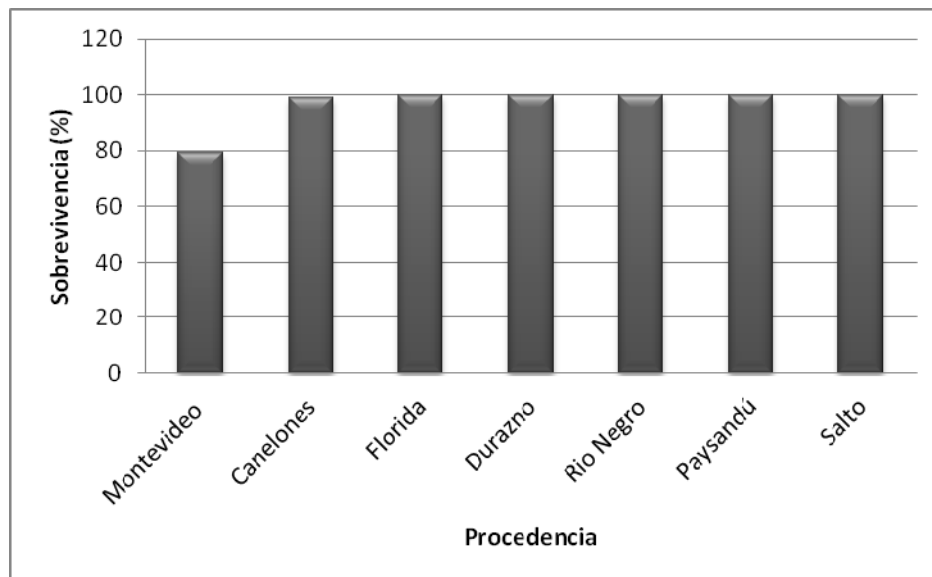


Figura 2. Sobrevivencia promedio por procedencia de pecan

Los daños ocasionados por la liebre en este ensayo han sido recurrentes y significativos. A la fecha, se han registrado daños del orden del 35% del total de plantas. Los daños son ocasionados a diferentes alturas del tallo y comprometen el crecimiento *per se* de los ejemplares afectados y su dominancia apical.

Este problema se ha registrado también en el resto de la red de ensayos Tacuarembó (norte), Sarandí Grande (centro), Valentines (Cerro Largo) y Piriápolis (sur) y coloca la liebre en el rango de plaga nacional con la necesidad de la planificación de la correspondiente lucha para mitigar sus daños.

El crecimiento se aprecia a través de la altura del tallo a los diez meses de implantación del ensayo (Fig.3). No se mide todavía el DAP (diámetro a altura del pecho) por el estado juvenil de los individuos.

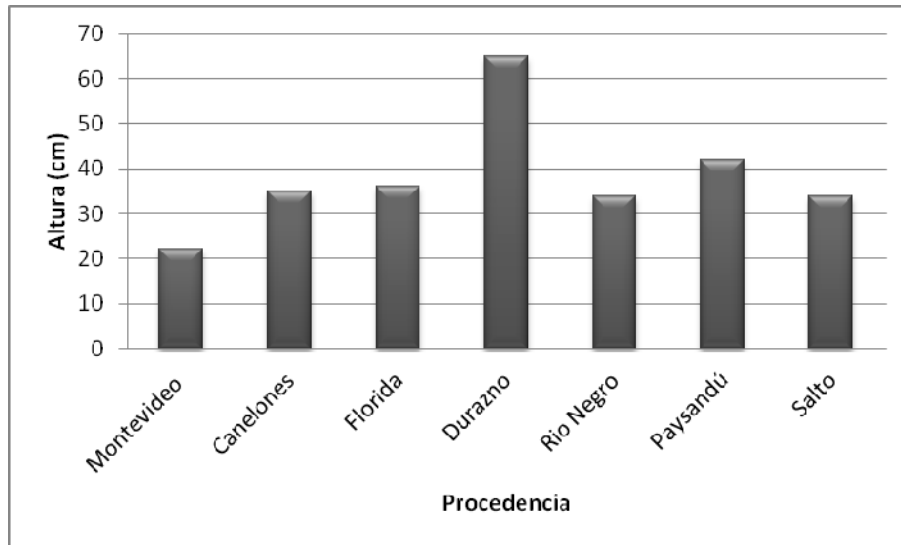


Figura 3. Altura promedio por procedencia de pecan a los 10 meses.

La variación observada entre genotipos 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 por el carácter netamente no xerófito de esta especie originaria de zonas templadas. Finalmente, el período de viverización permitió la observación de una gran variabilidad en crecimiento en altura y diámetro al cuello, destacándose en esta etapa la accesión CI3309 de Durazno. En la Fig. 4 se presenta la variabilidad de crecimiento observada dentro de la procedencia Canelones.

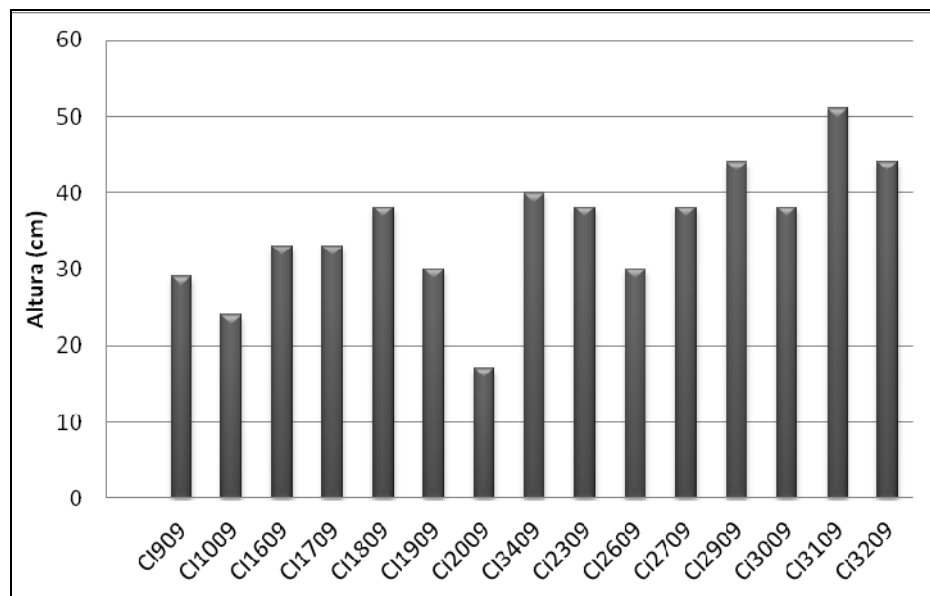


Figura 4. Variación de la altura de las accesiones de la procedencia Canelones.

La variabilidad observada dentro de procedencia permite recalcar nuevamente la importancia del cuidado en la elección de fuentes de semilla y el interés de su evaluación en diferentes condiciones agroclimáticas.

3.2. Algarrobo

Los valores de sobrevivencia del algarrobo son muy altos y uniformes para todas las procedencias evaluadas (100% de sobrevivencia registradas), principalmente si se pondera la fecha de instalación del ensayo y la ocurrencia de un importante déficit hídrico durante el verano posterior a su instalación.

Este comportamiento se explica por el carácter xerofito de esta especie, observado *in situ* en su área de repartición natural, en el vivero en el transcurso de la producción de plantas para el ensayo y reportado por diferentes fuentes bibliográficas relativas a estudios morfológicos, biológicos y autoecológicos de esta especie en Uruguay y en Argentina.

Por otra parte, el período de viverización de esta especie, permitió observar un crecimiento en altura y diámetro al cuello relativamente homogéneo entre las diferentes procedencias. En la Fig. 5 se presenta el crecimiento de las diferentes procedencias.

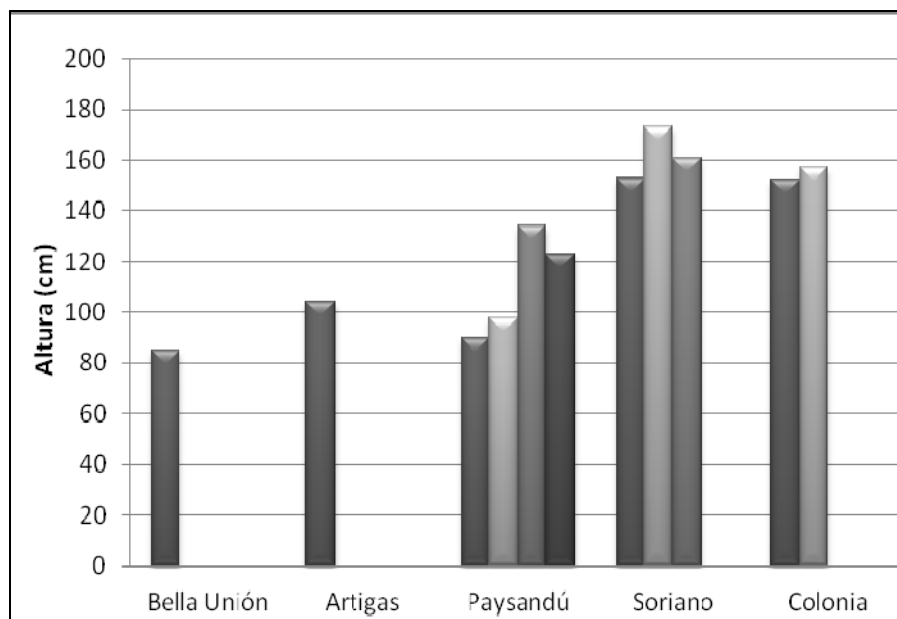


Figura 5. Crecimiento en altura de las procedencias de algarrobo.

Las procedencias de Soriano y Colonia ocupan el mejor lugar en el ranking por crecimiento, con el destaque de la procedencia C1009 de la localidad de Dolores.

4. Conclusión

Las procedencias de algarrobo y pecan presentan tasas de sobrevivencia interespecíficas e intraespecíficas altas y homogéneas en el litoral. Esta tendencia se mantiene para el algarrobo en otras zonas del país pero no se verifica para el pecan que muestra una mayor variabilidad en sobrevivencia; por sus características biológicas y ecológicas intrínsecas, estas diferencias eran, en cierta medida, previsibles entre una especie nativa (algarrobo) y una especie exótica introducida (pecan).

El crecimiento medido a través de la altura total del tallo presenta patrones de variación que habilitan acciones de selección tanto para pecan como para algarrobo.

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. Además de la variación entre procedencias, la variabilidad dentro de la propia procedencia resulta también de interés.

5. Bibliografía

Bennadji, Z.; Alfonso, M.; Núñez, P.; González, W.; Lemos, J.; Rodríguez, F.; 2012. Evaluación del comportamiento productivo de procedencias de dos especies forestales multipropósito (ñandubay y pecan) en zona sur. Serie de Actividad de Difusión 680. pp. 35-42.



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

Las Casuarinas: un género útil con poca mejora

Gabriel Algorta¹⁰

1. Antecedentes

La utilidad de la especie (*Casuarina cunninghamiana* Miq) como cortina de abrigo contra viento y de protección en producciones frutícolas es conocida pero no se le ha dado su justa importancia. Ha suplantado al ciprés en cortinas corta viento con éxito, se la está comenzando a usar en abrigos para ganado donde el hecho de no perder sus ramas basales es ideal para bordear las quintas de *Eucalyptus*. Se ha reportado como especie de alto valor energético. También se comienza a utilizar en protección de erosión donde se ha visualizado pérdida de horizonte A y la formación de cárcavas. Otra característica importante es su capacidad de fijar nitrógeno atmosférico en simbiosis con la bacteria *Frankia*, además, las micorrizas (hongo micorrízico *Glomus intraradices* y hongo ectomicorrízico *Pisolithus tinctorius*) en sus raíces incrementan esta capacidad.

Su característica de ser poco exigente en calidad de suelo, su tolerancia a períodos de déficit hídrico y su desarrollo en suelos superficiales hace que hoy esté planteando la necesidad de comenzar con un plan de mejora genética. Esto podría viabilizar su inclusión en plantaciones comerciales de otros géneros ocupando por ejemplo las escarpas pedregosas de los suelos 9.1 donde los *Eucalyptus* tienen mucha dificultad en sobrevivir.

Existe mucha bibliografía acerca de *C. equisetifolia* no tanto de *C. cunninghamiana* pero sus principales características de madera son similares. La madera de la casuarina es muy dura y pesada con un peso específico de entre 0.80 y 1.20 g/cm³ para madera secada al aire y 0.61 g/cm³ para madera con un contenido de humedad del 46 por ciento. Es excepcionalmente fuerte y tenaz. El duramen es de un color marrón rojizo mate, ocasionalmente con vetas de color marrón oscuro y no se distingue con facilidad de la albura rosácea. La madera tiene una textura muy fina, un lustre mediano y una fibra entrelazada. La madera se seca a una tasa moderada y sufre una degradación considerable durante el proceso. El secado se ve acompañado de una contracción severa y relativamente desigual.

Los troncos de la casuarina son muy difíciles de aserrar en pequeños aserraderos circulares y, debido a su densidad y dureza, la madera de la casuarina es difícil de trabajar a máquina, aunque las superficies trabajadas son usualmente de buena calidad. La casuarina se clasifica como una madera adecuada para el taladrado y escopladura y se puede lijar hasta un acabado muy liso. Para una madera de tan alta densidad, la fibra estrechamente entrelazada de la casuarina le otorga una buena resistencia a las rajaduras por tornillos.

La madera es muy susceptible al ataque de la termita de la madera seca *Cryptotermes brevis* (Walker) y su durabilidad es limitada a menos que sea tratada con preservativos. Los postes sin tratar tienen una vida útil de 2 años y los fustes de mayor tamaño retienen su durabilidad por hasta 5 años sin tratamiento.

¹⁰ Actualmente asesor forestal. Fue Gerente de I+D de Eufores (ENCE) por 11 años, también trabajó en otras importantes empresas como Montes del Plata, Cofusa y Paso Alto, llegando a 22 años de experiencia en el sector.

La madera y los conos de la casuarina constituyen un combustible excelente (carbón en particular), producen poca ceniza y se queman de manera satisfactoria incluso cuando verdes. La madera secada al aire tiene un valor calórico de 4.1 a 4.9 Kcal/g.

Aunque la madera de la casuarina es difícil de usar para la carpintería fina, se usa ampliamente para hacer postes para alambrado eléctrico y postes para viviendas, vigas, mangos de herramientas, tablitas para el techado y objetos pequeños como remos. Es una materia prima apropiada para pulpas químicas y semi-químicas y para la producción de papel.

Es una especie valiosa para la rehabilitación de tierras degradadas o naturalmente estériles debido a su capacidad para la fijación de nitrógeno y a sus altas tasas de producción de hojarasca, lo que facilita el desarrollo sucesional temprano de la microflora, microfauna y comunidades de insectos, y aumenta la disponibilidad de nutrientes. La corteza de la casuarina es rica en tanino (de 6 a 8 por ciento) y se usa en algunos lugares para el curtido de cuero.

2. Objetivos

El objetivo principal de este artículo es sembrar la inquietud en empresas privadas forestales, productores y organismos públicos de investigación sobre la necesidad de comenzar con un plan de mejora en esta especie. Por otro lado mostrar que existen herramientas que podrían facilitar y acelerar los resultados de estos planes de mejora.

3. Descripción general

Esta especie posee los tres requisitos para hacer viable un plan de mejora genética: variabilidad en las características de interés, control genético de dichas características y valor económico. Por otro lado, exponemos una de las herramientas más importantes de un programa como la facilidad de propagación clonal, a través de la disponibilidad de protocolos de enraizamiento y manejo de pies madres.

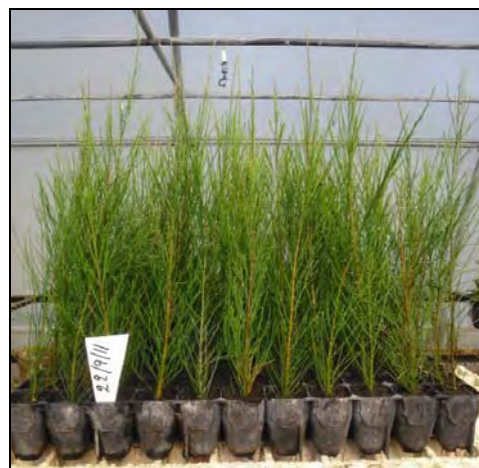


Figura 1. Plantines de 45 días listos para rusticación



Figura 2. Secuencia de enraizamiento del día 10 al 34

Normalmente se propaga por semilla con facilidad, pero también es posible la propagación clonal que permitiría reproducir aquellos individuos o familias sobresalientes en características de interés como densidad básica de la madera, densidad de ramillas, altura, forma del fuste, volumen, tolerancia a diversos suelos marginales, etc.

Un plan de mejora no necesariamente debe ser costoso para ser efectivo; en este caso, teniendo en cuenta, la gran cantidad de plantaciones en forma de cortinas que existen por todo el país sería rápido y sencillo seleccionar individuos superiores en cada una de las zonas.



Figura 3. Plantin de 45 días

4. Propagación.

Esta especie se reproduce fácilmente por semillas que se pueden recolectar casi todo el año ya que los frutos del año anterior permanecen adheridos a las ramas del año actual, estos frutos son los de mejor producción de semillas viables.

Para la recolección se cortan las ramas con frutos y dejan secar en un galpón o alero ventilado con un filme de polietileno como piso. Al cuarto día comienzan a abrir los frutos, liberando las primeras semillas; a la semana se golpean las ramas y se recogen la primer tanda de semillas luego se vuelven a colocar encima del filme de polietileno y a los 15 días se realiza la última “sacudida” de ramas, se recogen las semillas y las ramas se pueden tirar culminando así la recolección. Se pueden dejar secar unos días más y luego guardarlas en bolsas en la heladera.

La siembra se realiza en almácigos o directamente en bandejas (similar a eucaliptus) poniendo 2 a 3 semillas por celda y tapando suavemente. Se necesitan riegos frecuentes. La aplicación preventiva de fungicidas no es necesaria ya que generalmente no es atacado, salvo que haya habido alguna contaminación previa en el vivero.

Cuando las plántulas alcanzan los 3 centímetros se comienzan a fertilizar con NPK todas las semanas hasta los 15 cm de altura; luego se espera y se maneja la fertilización según fecha de entrega programada a la plantación. En el caso de haber hecho almácigos a los 4 cm ya se puede comenzar a repicar en sitios húmedos y sombreados. Esta tarea retrasa el cultivo al menos 20 días con respecto a la siembra en bandeja directa. Aunque esta tarea de repicado siempre es criticada por las malformaciones posteriores de raíz, en el caso de la casuarina, esta renueva sus raíces y produce nuevas a partir del cuello del plantín o sea que no se registran problemas posteriores de vuelco por esta causa.

La reproducción vegetativa o clonal es posible aunque pocas veces cuantificada. La casuarina enraíza muy bien, con porcentajes del 85 % en verano y disminuyendo un poco en otoño e invierno. Se utilizan estaquillas de ápices de plantas manejadas para este propósito llamadas pies madre. Las estaquillas comienzan a enraizar a partir del día 15, visualizándose las raíces por el drenaje de los tubetes a partir del día 24. En 28-30 días se homogeniza toda la bandeja y se lleva a la sombra con riegos frecuentes, evitando el cambio brusco de la salida del invernadero.

5. Mejora genética.

La especie *C. cunninghamiana* posee una gran variación fenotípica en rectitud del fuste, forma de copa y ángulo de inserción de ramas. Como se expresó anteriormente, esta variabilidad habilita un plan de mejora exitoso al presentar un control genético de estas características fenotípicas y valor económico de ellas.

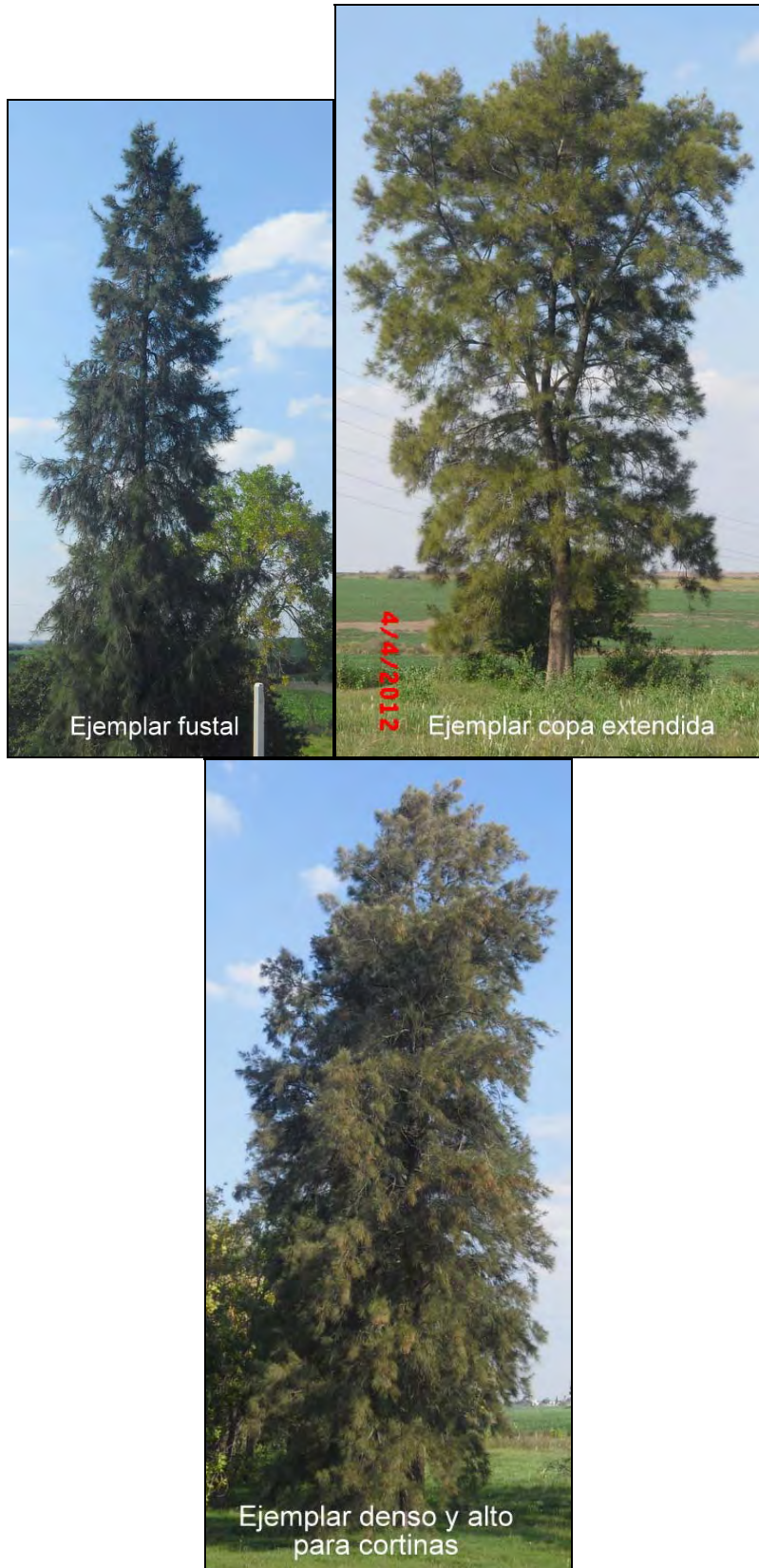


Figura 4. Distintos fenotipos

Además de la disponibilidad de herramientas básicas para una fácil propagación sexual y asexual, al ser una especie dioica, el cruzamiento es obligatorio y es posible cruzar individuos superiores y clonarlos o formar familias superiores.

El comienzo de un plan no sería complicado ni costoso dependiendo del objetivo, pero básicamente se iniciaría con la selección fenotípica de arboles plus (individuos superiores para las características de interés) y la propagación por las dos vías. Luego, en caso que sea necesaria la ampliación de la base genética, se debería introducir diferentes orígenes de su área de distribución para determinar las mejores procedencias de donde importar semilla.

Las características de interés serían el volumen del árbol, forma del fuste y copa, densidad básica de la madera y capacidad calórica. Puede haber muchas más pero eso se discutirá según el objetivo del emprendimiento.

El plan de mejora propuesto en este artículo no difiere sustancialmente de los planes de mejora descritos para otros géneros.

6. Conclusión

Dado que los suelos destinados a la forestación comercial se hacen más costosos y escasos, se ha comenzado la plantación en suelos de características poco aptas para los géneros tradicionales, por esta razón es necesario promover especies de géneros resistentes a esas condiciones limitantes.

Una de estas especies es *Casuarina cunninghamiana* que por su rusticidad y valor sería ideal para estas áreas, pero es una especie con poco o ningún grado de mejora genética local, por lo tanto se hace necesario generar conocimiento general y específico en el área de la mejora genética.

7. Anexo. Descripción botánica

Casuarina cunninghamiana Miq. Casuarináceas

Árbol de gran porte, copa angosta piramidal, verde oscura; ramitas equisetiformes; finamente estriadas verdes de más o menos 0,5 mm de diámetro llevando de 6 a 8 hojuelas escamosas en las articulaciones. Dioica. Amentos masculinos rojizos, linear fusiforme, aglomerados en las extremidades de las ramillas protegidas por brácteas pluridentadas. Flores femeninas reunidas en estróbilos provistas de dos brácteas persistentes, protegidas de una bráctea externa, ovario supero, unilocular, bilocado, estilo corto; bifido, estróbilo maduro leñoso compuesto por todas las partes acrescentes de la inflorescencia. Conos elipsoideos de color castaño brevemente pedunculados de más o menos 8 mm de largo no superando 15 mm, redondeado en ambas extremidades. Fruto pequeña sámara (lo que conocemos como semilla) Esta especie es originaria específicamente de Australia, uso forestal y ornamental, florece en otoño.

8. Referencias bibliográficas

Milan J. Dimitri; Lorenzo R. Parodi. Enciclopedia argentina de agricultura y jardinería (descripción de plantas cultivadas, 1987)

C. Rodriguez Barrueco; F. Sevillano Garcia; P. Subramaniam. La fijación de Nitrógeno Atmosférico (Consejo superior de investigaciones científicas CSIC)

William S. Castle, Kenneth A. Langeland, and Donald L. Rockwood Casuarina cunninghamiana Miq. (River sheoak) in Florida and its Potential as a Windbreak Plant for Citrus (University of Florida)