

AFTERCARE DEL PROYECTO DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL EN EL URUGUAY (2000-2002)



CERTIFICACIÓN DE SEMILLA MEJORADA DE ESPECIES FORESTALES EN EL URUGUAY: CASO DE *Eucalyptus grandis*

Zohra Bennadji
Guillermo Sanguinetti
Rodrigo Cardozo

SERIE AFTERCARE FORESTAL INIA-JICA - FEBRERO 2002
INIA - TACUAREMBÓ

PUBLICACIÓN
Nº 7



JAPÓN

Asistencia Oficial para el Desarrollo

CERTIFICACIÓN DE SEMILLA MEJORADA DE ESPECIES FORESTALES EN EL URUGUAY: CASO DE *Eucalyptus grandis*

Autores: Zohra Bennadji¹

Guillermo Sanguinetti²

Rodrigo Cardozo³

¹ Dra. Programa Nacional Forestal; zobenn@tb.inia.org.uy

² Ing. Agr. INASE; inasegsu@adinet.com.uy

³ Ing. Agr. INASE; rodricard@hotmail.com

Título: CERTIFICACIÓN DE SEMILLA MEJORADA DE ESPECIES FORESTALES EN
EL URUGUAY: CASO DE *Eucalyptus grandis*

Autores: Zohra Bennadji
Guillermo Sanguinetti
Rodrigo Cardozo

Serie Aftercare Forestal INIA-JICA

Publicación N° 7

Febrero 2002

INIA Tacuarembó

ISBN: 9974-38-145-2

Quedan reservados todos los derechos de la presente edición. Esta publicación no se podrá reproducir total o parcialmente sin expreso consentimiento del INIA.

Foto de portada: Semilla mejorada y certificada de *Eucalyptus grandis* INIA-Tacuarembó.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
RESUMEN	1
INTRODUCCIÓN	2
METODOLOGÍA	3
Etapas de obtención de semilla mejorada de huerto semillero de primera generación de <i>Eucalyptus grandis</i> en el INIA	3
Etapas de implementación del proceso de certificación	3
Etapas del plan piloto de certificación	5
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	5
Procedimiento para el registro de materiales básicos	5
CONCLUSIONES	7
BIBLIOGRAFÍA	7

CERTIFICACIÓN DE SEMILLA MEJORADA DE ESPECIES FORESTALES EN EL URUGUAY: CASO DE *Eucalyptus grandis*

RESUMEN

El primer caso de certificación de semilla mejorada de especies forestales en el Uruguay se refiere a la especie Eucalyptus grandis. En el año 1999, se obtuvo el primer lote de semilla certificada de esta especie en el Programa Nacional Forestal del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria).

Si bien la certificación de este material de reproducción se realizó en forma experimental, fue producto de un largo proceso de evaluación, estudio y análisis que culminó la primera etapa de normalización de la producción y comercialización de semillas de especies de uso forestal en el país.

El INASE (Instituto Nacional de Semillas), organismo de fiscalización y control, ante el pedido de certificación del material de reproducción de un huerto semillero de Eucalyptus grandis del INIA, puso en marcha este proceso que contó con la participación del propio INASE, INIA, División Forestal del MGAP (Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca), de productores forestales y viveristas.

En esta publicación se consideran los aspectos relativos al programa de certificación y al plan de mejoramiento genético para la obtención de esta semilla. La necesidad de explicar estas dos partes se debe a las particularidades biológicas de las especies forestales, reflejadas en diferencias en los procedimientos de certificación, en comparación con otras especies vegetales.

El material de reproducción mejorado en cuestión tiene su origen en una población genética base de Eucalyptus grandis instalada en 1993 en la Estación Experimental del Norte (INIA-Tacuarembó) que entró en producción en 1998, posteriormente a su manejo como huerto semillero de primera generación. Los materiales genéticos de esta población provienen de la selección masal de 111 árboles plus en plantaciones comerciales del país y de 118 accesiones introducidas desde Australia. En tanto crecen estos materiales en la población genética base, se realizan simultáneamente nueve pruebas de progenies y procedencias de los mismos en tres zonas ecológicas del país; con los resultados de esta red de pruebas y de la propia población genética base, se procede al ranqueo fenotípico y genético de los materiales para el manejo de esta última en huerto semillero de primera generación.

El proceso de certificación en su conjunto llevó catorce meses de trabajo y consistió básicamente en las siguientes etapas:

- * *Recopilación de los antecedentes internacionales de normas de certificación de material de reproducción forestal.*
- * *Recopilación de las normas de caracterización de semillas forestales en laboratorio.*
- * *Elaboración de normas uruguayas.*
- * *Establecimiento de un manual de procedimientos para la certificación de semilla forestal ante INASE.*
- * *Aplicación al material de reproducción del huerto semillero del INIA.*

Los lotes de semillas mejoradas a comercializar con el rótulo entregado por el INASE constituyen el primer material de reproducción forestal certificado y puesto en venta en el país.

Palabras claves: *Certificación, normas, semillas forestales, Eucalyptus grandis, Uruguay.*

INTRODUCCIÓN

Eucalyptus grandis es una de las especies forestales más plantada en el Uruguay, con 13.201.000 plantas producidas en el año 2000 (Baptista, 2000) y alrededor de 131.342 ha ya establecidas en el país (División Forestal, 2000). La preferencia para esta especie se debe a sus buenas características silvícolas y madereras (rápido crecimiento, buena forma, productos finales diversificados, buen estado sanitario) y a su buena adaptación en varias zonas ecológicas del país, transformándola prácticamente en especie naturalizada en el Uruguay.

Las fuentes de semillas eran inicialmente Argentina y Sudáfrica hasta que, en la década de los sesenta, introducciones realizadas desde Sudáfrica por la Facultad de Agronomía permitieron la obtención de semillas locales en cantidades suficientes para el establecimiento en el país de las primeras plantaciones a pequeña escala. Esta procedencia, conocida como de Bañado de Medina, se caracteriza por su buen crecimiento y su excelente comportamiento sanitario pero su estrecha base genética limita las posibilidades de su mejoramiento.

Actualmente, las fuentes de semillas se diversificaron y la mayoría de las plantacio-

nes comerciales se establecen con materiales de huertos semilleros de Sudáfrica, Estados Unidos, Brasil y Argentina. Algunas empresas proceden a la compra directa de semillas de Australia, área de origen de esta especie.

En el año 1992, el Programa Nacional Forestal del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria) inició un plan de mejoramiento genético de *Eucalyptus grandis* con el objetivo de consolidar el abastecimiento del mercado nacional (Bennadji, 1995; Bennadji *et al.*, 1997(a); Bennadji *et al.*, 1997(b)).

En 1993, se firmó el Proyecto Quinquenal de Cooperación Técnica en Mejoramiento Genético de Especies Forestales del Género *Eucalyptus* con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), lográndose el respaldo programático y operativo de esta línea de investigación.

En el año 1998, se realizó la primer cosecha experimental de semilla comercial y en 1999 se obtuvo su certificación por el INASE (Instituto Nacional de Semillas), organismo de control y fiscalización de los materiales de reproducción vegetal en el país, constituyéndose en el primer caso de certificación de semillas forestales en el país (Bennadji *et al.*, 2000).

El objetivo de esta publicación es la presentación de las etapas de implementación de este primer plan piloto de certificación de materiales de reproducción forestal. La noción de "material de reproducción forestal" se usa en su concepción amplia que incluye semillas, estacas, plantas producidas "in vitro", y organismos modificados genéticamente (OMGs). En el resto del texto, se hablará genéricamente de semillas forestales.

METODOLOGÍA

Etapas de obtención de semilla mejorada de huerto semillero de primera generación de *Eucalyptus grandis* en el INIA.

El programa de mejoramiento genético de *Eucalyptus grandis* se inició en 1992 con la selección masal de 111 árboles plus en 7 plantaciones comerciales del país y la introducción de 118 accesiones de 25 orígenes de Australia. Se estableció una red de 9 ensayos de progenies y procedencias en 3 zonas ecológicas del país y una población genética base en la cercanía de la sede del Programa que incluye 180 accesiones del total.

La estrategia de mejoramiento consiste en ciclos cortos de selección recurrente y índices de selección ponderados en cada fase de manejo. El manejo de la población genética base para su transformación en huerto semillero consiste en raleos sucesivos, basados en los resultados de valores fenotípicos y genéticos de los principales criterios de selección obtenidos en la propia población genética base y en la red de ensayos de respaldo (Bennadji, 1997(c)). El Cuadro 1 sintetiza las etapas y los principales resultados de este plan de mejoramiento.

Etapas de implementación del proceso de certificación

Consideraciones generales

La liberación varietal comprende tradicionalmente las siguientes etapas:

- Obtención de la semilla fundación.
- Evaluación de la diferencia, uniformidad e estabilidad de la variedad por un organismo de control.
- Inscripción en el Registro Nacional de Variedades.
- Certificación.
- Multiplicación comercial.
- Venta.

En el caso de las especies forestales este esquema cambia notablemente, debido a los ciclos biológicos largos de los árboles (Roman-Amat, 1992). En los sistemas de registros de variedades actualmente en vigor en el mundo, el cumplimiento con las condiciones de diferencia, uniformidad e estabilidad (DUS Test) para una especie forestal, implicaría la puesta en espera de la semilla fundación por más de treinta años, en el escenario optimista de una especie con un turno de rotación de diez años. Esta etapa se obvia entonces, procediendo directamente a la certificación sobre la base de reglas estrictas de control, desde el establecimiento de las poblaciones de cría hasta las etapas de cosecha, procesamiento, y análisis de las calidades físicas y fisiológicas de las semillas.

Por otra parte, la noción de semillas "básicas" o de "fundación" tampoco tiene fundamento en el caso de las especies forestales en la medida en que la población original seguirá produciendo semillas mejoradas año tras año, sin necesidad de la etapa intermedia de multiplicación. En este caso, se certifica el lugar o "procedencia", noción de gran relevancia en la forestación.

En el proceso de producción de semillas de calidad, la certificación constituye una etapa de verificación de características definidas de este material de reproducción por un organismo nacional o internacional de control y fiscalización, debidamente habilitado. La inquietud para este tipo de control surgió a principio de siglo como respuesta a la necesidad de mantener la identidad y pureza de las nuevas variedades liberadas en el mercado; la idea evolucionó y se desarrolló, debido a las ventajas de la estandarización de las reglas de procedimientos para semillas

Cuadro 1. Principales etapas de transformación de la población genética base de *Eucalyptus grandis* en huerto semillero de primera generación.

Año	Actividad	Resultado
1993	Instalación de 9 pruebas de progenies y de una población genética base (PGB).	Red de ensayos en 3 zonas ecológicas del país. PGB de 180 familias(82 locales y 98 introducidas).
1994	Medición de todos los ensayos al 1 ^{er} año por altura y diámetro a altura de pecho (DAP).	Inicio de la base de datos de mediciones.
1995	Medición al 2 ^o año por altura y DAP.	Base de datos actualizada.
1996	Medición al 3 ^{er} año y primer raleo de la PGB por crecimiento y forma por ranqueo fenotípico. Estudio correlaciones juvenil- adulto.	Base de datos actualizada. Primer etapa de transformación de la PGB, dejando las 146 mejores familias.
1997	Observaciones fenológicas. Medición de densidad por Pilodyn. Estimación de valores genéticos para volumen y densidad. Segundo raleo por crecimiento, forma y densidad de madera. Cosecha de semilla de 125 árboles de las 20 mejores familias.	Base de datos actualizada. Adopción de un intervalo generacional de 5 años. Segunda etapa de transformación de la PGB manteniéndose 130 árboles de las 76 mejores familias.
1998	Medición al 5 ^o año (volumen, forma y densidad de madera). Estimación de parámetros genéticos de heredabilidad y interacción genotipo -ambiente. Tercer raleo por volumen y densidad de madera. Tronchado del tercio superior de los árboles.	Primer cosecha de semillas comercial (7.55 kg). Conformación final del huerto semillero de primera generación con 74 árboles de las 50 mejores familias.
1999	Observación fenológicas. Estudios de germinación. Tramite ante INASE. Implementación del plan piloto de certificación de semillas de uso forestal en el Uruguay.	Primer cosecha de semillas mejoradas certificadas de huerto semillero comprobado (20.810 kg). Instalación de la población genética base de segunda generación con 268 familias incluyendo las 20 mejores familias de la PGB y realizando infusiones.
2000	Observaciones fenológicas. Controles de cosecha, procesamiento y calidad de semilla realizados por INASE.	Segunda cosecha de semilla mejorada certificada (25.850 kg). Medición de la PGB de segunda generación.

Fuente: Elaboración propia en base a publicaciones del Programa Nacional Forestal del INIA.

mejoradas. Los sistemas de certificación se iniciaron en el mundo con estándares mínimos para la identidad genética y la pureza de la semilla y, progresivamente, fueron conformándose en esquemas y normas cada vez más perfeccionados, con la publicación periódica de puestas al día y actualización de los criterios (Hermitte, 1989).

Las características controladas son en general el origen, el grado de mejoramiento logrado, la pureza y el porcentaje de germinación. Las etapas y los procedimientos de control son rigurosamente definidos en normas y estándares debidamente documentados en sistemas nacionales e internacionales de certificación. En el caso de estándares de análisis de laboratorio, se recurre ampliamente a las normas ISTA (International Seed Testing Association) (ISTA, 1973; 1981, 1992). En cuanto a calidad genética, las normas de mayor uso en el sector forestal, son las normas OECD (Organization for Economic Cooperation and Development) (OECD 1974, 1997).

Etapas del plan piloto de certificación

Las etapas del plan piloto de certificación en el Uruguay consistieron básicamente en:

- La puesta en función de un Grupo Técnico de Trabajo en normas de certificación de material de reproducción forestal.
- La puesta en función de un Grupo Técnico de Trabajo en estándares de análisis de laboratorio.
- La recopilación y análisis de las normas y estándares en uso en el ámbito internacional.
- La elaboración de normas apropiadas para el Uruguay.
- El establecimiento de un flujograma para procedimientos y requisitos para la certificación en el país de materiales forestales de reproducción.

El primer grupo creado procedió a la recopilación de los antecedentes de normas de certificación de material de reproducción forestal vigentes en el ámbito internacional.

Además de las normas OECD, de mayor uso en el mundo, se estudiaron las normas en aplicación en España, Nicaragua, Chile y Estados Unidos. El segundo grupo procedió básicamente al estudio de la adecuación de las normas ISTA a las semillas de especies forestales de mayor uso en el país.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El primer Grupo Técnico de Trabajo elaboró un borrador de normas de certificación de semillas, apropiadas al contexto uruguayo y aplicables en el actual marco legal de la Ley de Semillas 16.811 del 21 de febrero de 1997. Por su parte, el Grupo Técnico de estándares de análisis de laboratorio confirmó la adecuación de las Normas ISTA para las semillas de especies forestales en uso en el Uruguay. Finalmente, se estableció un flujograma de procedimientos y requisitos para la certificación de materiales de reproducción forestal ante el INASE.

Procedimiento para el registro de materiales básicos

Sobre la base de los resultados presentados por los dos Grupos Técnicos de Trabajo, el INASE definió el contenido y las etapas de implementación del "Plan Piloto de Certificación, Producción, Comercialización e Importación de Semillas de Especies Forestales en el Uruguay". El plan abarca desde la categorización, identificación y registro de los materiales de base hasta su producción, cosecha, transporte, almacenaje, secado, procesamiento, etiquetado, muestreo, análisis y comercialización.

La característica básica de este plan piloto es la adopción temporaria de una categoría única calificada como "Semilla Certificada de Fuente Identificada", en espera de la recategorización de los materiales genéticos presentados sobre la base de la elaboración y puesta en práctica de los criterios técnicos de clasificación de las cuatro categorías establecidas en el borrador de normas uruguayas presentado por el Grupo Técnico de Normas de Certificación (Identificado, Seleccionado, No testado, Testado).

A título transitorio, todo material sometido a certificación será clasificado como de "Fuente Identificada" (categoría mínima admitida) hasta que se fijen reglamentariamente los estándares y parámetros técnicos de las categorías superiores. Se admitan los materiales detallados en el Cuadro 2.

El INASE a través de su Área de Producción y Comercio recibe y procesa las demandas de inscripción al registro de materiales básicos para la obtención de materiales reproductivos certificados de especies forestales. Un formulario *ad hoc* fue diseñado. En el Cuadro 3 se reproduce la información requerida en dicho formulario.

Cuadro 2. Tipos de materiales admitidos e información requerida por el INASE.

Tipo de Material	Información Requerida
Rodales	Número de procedencias. Regiones de procedencia de los componentes.
Huertos semilleros	Tipo de huerto (clones, plantas o mezclas). Diseño de cruzamiento. Número de accesiones (clones o progenies).
Clones	Pedigrí del clon. Método y criterios de selección. Procedencia del clon.
Mezclas de clones	Números de clones. Proporción de cada componente.
Organismos genéticamente modificados	Descripción del tipo de modificación genética realizada. Autorización oficial del proceso de transformación genética.

Cuadro 3. Información requerida en la solicitud de registro de material básico.

NOMBRE DE LA EMPRESA
N° de Registro General de Criadores, Productores y Comerciantes de Semillas
DATOS GENERALES DEL MATERIAL A REGISTRAR
Nombre botánico (género/especie/variedad/clon/híbrido)
Propósito productivo del material
Categoría solicitada (Identificado/Seleccionado/No testado/Testado)
Tipo de material básico
Localización
Area
Altitud
Longitud
Origen (Autóctona/No autóctona/Desconocida)
Condiciones ecológicas del área de procedencia del material básico
Manejos
OTRA INFORMACIÓN RELEVANTE

Una vez culminado el proceso de control, INASE entrega etiquetas debidamente numeradas e identificadas por lote de semilla. Las etiquetas traen la siguiente información:

- Institución productora
- Especie
- Categoría
- Zona
- Número de lote
- Porcentaje de germinación
- Número de análisis y fecha de realización
- Fecha de cosecha

CONCLUSIONES

En un mundo pautado por las reglas de la globalización de los mercados, el concepto de calidad cobra una singular importancia. En un enfoque de cadena de producción de bienes, esta calidad se mide por el agregado de procesos para la obtención de productos diferenciados. La medición de esta diferenciación de productos supone la puesta en marcha de sistemas de certificación para salvaguardar los esfuerzos invertidos y los logros obtenidos. En el caso de las semillas forestales, las ventajas logradas con su mejoramiento genético conforman el capítulo de la certificación del material de reproducción, configurándose de esta manera la primer etapa de búsqueda de la calidad en toda la cadena de la producción y transformación de la madera.

En Uruguay, la preocupación por la certificación de las semillas forestales desembocó en la implementación del primer "Plan Piloto de Certificación, Producción, Comercialización e Importación de Semillas Forestales", producto de un trabajo interinstitucional involucrando los sectores privado y público. Los siguientes actores del sector forestal son los beneficiarios directos o indirectos de la puesta en marcha de este plan:

- Organismos mejoradores (instituciones de investigación, instituciones universitarias, empresas, etc.).

- Empresas vendedoras o compradoras de semillas.
- Viveristas.
- Productores.
- Empresas de transformación de la madera.

BIBLIOGRAFÍA

- BAPTISTA, P.** 2000. Décimo Censo de Viveros Forestales. División Forestal. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Ministerio de Ganadería, Agricultura y Pesca. Montevideo. Uruguay. 12 p y 5 anexos.
- BENNADJI, Z.** 1995. Estrategias de mejoramiento genético de especies del género *Eucalyptus*. Un estudio de caso. En: Mejoramiento genético de *Eucalyptus*. Reunión Técnica. Serie de Actividades de Difusión N°68. INIA Las Brujas. pp 17-25.
- BENNADJI, Z.; TRUJILLO, I.; RESQUIN, F.** 1997(a). Proyecto de Mejoramiento Genético de Especies del Género *Eucalyptus*. Plan Indicativo de Mediano Plazo(1997-2001). Documento Interno. INIA-Tacuarembó. 20 p.
- BENNADJI, Z.; METHOL, R.; TRUJILLO, I.; RESQUIN, F.** 1997(b). Líneas de investigación en mejoramiento genético de *Eucalyptus* del Programa Nacional Forestal del INIA (Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria – Uruguay). En: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. Salvador, Brazil, 24-29 August. Vol. 1. pp 253-255.
- BENNADJI, Z.; TRUJILLO, I.; RESQUIN, F.; METHOL, R.** 1997(c). Estrategia de transformación de una población genética base de *Eucalyptus grandis* en huerto semillero: Estudio de caso en Uruguay. En: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. Salvador, Brazil. Vol. 1. pp. 170-174 (Póster).
- BENNADJI, Z.; SANGUINETTI, G.; CARDOZO, R.** 2000. Implementación del primer programa experimental de certificación de semillas de especies de uso forestal en Uruguay. XVII Seminario Panamericano de Semillas, Rueda de Negocios y Foro Mundial sobre Biotecnología y Marketing de Semillas. 20-22 de noviembre 2000. Punta del Este. Uruguay. Póster. p. 158.

- HERMITTE, M.A.** 1989. Propriété intellectuelle et création végétale. En: Innovation dans les Semences: Recherche et Industrie. Actes et Communications N° 4. INRA. France. pp. 103-109.
- ISTA**, 1973. Testing for Genuineness of Cultivar: Handbook of Seed Testing. 112 p.
- ISTA**. 1981. Amendments to International Rules for Seed Testing 1976: Composite Version of Amendments Made at the 18th ISTA Congress in Madrid, 1977, and the 19th ISTA Congress in Vienna, 1980. 54 p.
- ISTA**, 1992. Rules proposals: to be voted on at 23rd ISTA Congress in Buenos Aires. 40 p.
- LEY N° 16.811**. 1997. Creación del INASE. 21 de febrero 1997. Diario Oficial. Montevideo.
- MINISTERIO DE GANADERÍA AGRICULTURA Y PESCA. DIRECCIÓN GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. DIVISIÓN FORESTAL**. 2000. Boletín Estadístico. Año 1 -N° 1/Noviembre 2000. 52 p. Montevideo. Uruguay.
- ROMAN-AMAT, B.** 1992. Les arbres forestiers. En: Amélioration des espèces végétales cultivées: Objectifs et critères de sélection. A. Gallais et H. Bannerot, éd. INRA Editions, Paris. pp 657-683.
- OECD**. 1974. OECD Scheme for the Control of Forest Reproductive Material Moving in International Trade. Directorate for Agriculture and Food. Paris. 24 p.
- OCDE**. 1997. Système de l'OCDE pour le contrôle des matériels forestiers de reproduction destinés au commerce international. Proposition d'un nouveau système forestier : Texte au 28 avril 1997. Document de Séance N°1. Paris. 42 p.

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
ESTACIÓN EXPERIMENTAL DEL NORTE
INIA-TACUAREMBÓ**

PROGRAMA NACIONAL FORESTAL

Ruta 5 km 386 Tacuarembó - URUGUAY

Tel: (+598-63) 22407 Int. 1348

Fax: (+598-63) 23969

Contactos: Zohra Bennadji: e-mail: zobenn@inia.org.uy

**INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIÓN AGROPECUARIA
DIRECCIÓN NACIONAL**

Andes 1365 Piso 12 - Montevideo - URUGUAY

Tel: (+598-2) 902 0545

Fax: (+598-2) 902 3633

Contactos: John Grierson: e-mail: jgrier@inia.org.uy