

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza

**CATIE**

Directorio Centralamericano de  
Costa Rica - IICA - CATIE

28 ENE 1996

RECIBIDO  
Turrialba, Costa Rica

# AVANCES EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS FORESTALES EN AMÉRICA, LATINA

MEMORIAS DEL SIMPOSIO






Rodolfo Salazar  
Editor Técnico


MANAGUA, NICARAGUA DEL 16-20 DE OCTUBRE, 1995



1996

# CONTENIDO

	Página
<b>MEJORES SEMILLAS FORESTALES PARA PLANTACIONES MAS RENTABLES .....</b>	<b>ix</b>
<b>AGRADECIMIENTO .....</b>	<b>XI</b>
<b>COMENTARIOS GENERALES .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tema I: SELECCIÓN Y MANEJO DE FUENTES SEMILLERAS</b>	
Estrategias de producción de semilla mejorada a corto plazo. Francisco Mesén.....	3 
Mejoramiento de semillas forestales: avances obtenidos en la República Dominicana. Alberto Sánchez y Yoni Rodríguez.....	13
Avances en el programa nacional de semillas forestales en Costa Rica. Francisco Mesén y Marta L. Jiménez.....	19 
Avances en la identificación, selección, manejo y registro de las fuentes semilleras en Guatemala. César Telón .....	25
<b>Tema II: AVANCES DE LA INVESTIGACIÓN PARA LA PRODUCCIÓN DE SEMILLA MEJORADA</b>	
Mejoramiento genético forestal para finqueros pequeños y medianos. I Resultados y experiencias de 17 años de investigación del CATIE en Costa Rica. Jonathan Cornelius.....	31 
Mejoramiento genético forestal para finqueros pequeños y medianos. II Necesidades actuales y futuras en América Central. Jonathan Cornelius.....	43 
El muestreo de poblaciones y los estudios de diversidad como base para la conservación y el mejoramiento genético forestal. Carlos Navarro, Jonathan Cornelius y Amanda Gillies.....	51 

Evaluación y selección de germoplasma de cocoite ( <i>Gliricidia sepium</i> ) (Jcq.) Walp) en Tabasco, México. Carlos Ramírez, Elvia Sierra y Jesús Vargas.....	57
Comparación de diferentes métodos de selección en un ensayo de progenies de polinización libre de <i>Pinus patula</i> . Salvador Valencia, Carlos Ramírez y Jesús Vargas.....	63
Crecimiento y sobrevivencia en tres ensayos de especies y procedencias de <i>Eucaiyptus</i> a los 21 meses de edad en Nicaragua. Manuel Bustos.....	71
Especies nativas para la reforestación en la zona en la Zona Sur de Costa Rica. Julio Calvo, Dagoberto Arias y Alvaro Sibaja.....	79
Avances en producción de semilla mejorada de especies prioritarias en la zona de Bosque Seco de Honduras. Edgardo Padilla y José Wheatley.....	83
Establecimiento y manejo de huertos y rodales semilleros. Nohra Isaza.....	95
 Propagadores de subirrigación: un sistema simple y económico para la propagación vegetativa de especies forestales. Francisco Mesén, Róger R.R.B. Leakey y Adrián C. Newton.....	101

### TEMA III: FENOLOGÍA DE ESPECIES FORESTALES


Floración y fructificación de siete especies forestales tropicales en las Tierras Bajas Húmedas del Atlántico de Costa Rica. Eugenio González y Richard Fisher.....	113
Fenología y su utilidad en domesticación de especies. Ileana Moreira y Elizabeth Arnáez.....	123
Evaluación fenológica de un huerto semillero clona de <i>B.ombacopsis quinatum</i> en Cañas, Guanacaste, Costa Rica. Marta L. Jiménez, Hilda Patrana.....	131
Epoca de colecta de semillas de Izalam ( <i>Lysiloma bohamensis</i> Benth). Carlos Puente.....	139

Fenología de cinco especies maderables del trópico húmedo con el clima y su correlación de la zona La Lupe, Río San Juan, Nicaragua. Edgar Herrera y Osmar Arróliga .....	145
--	-----

**Tema IV: FISIOLÓGÍA DE LA GERMINACIÓN DE SEMILLAS FORESTALES**

Morfofisiología, comportamiento y germinación de semillas forestales. Eugenia Flores.....	149
--	-----

Tratamientos pregerminativos para algunas especies forestales nativas, de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Lucía Rodríguez .....	153
--	-----

 Efecto de la reducción de horas luz en la germinación de cinco especies forestales. Carolina Soihet y Alma Saravia .....	159
---	-----


Aspectos de la fisiología, la germinación y almacenamiento de semillas de importancia forestal. José J. Sánchez.....	165
---	-----

Condiciones para la viverización de 23 especies maderables nativas de la Zona Sur de Costa Rica. Dagoberto Arias y Joaquín Sánchez .....	169
---	-----

Problemas de germinación en <i>Terminalia Amazonia</i> . Eugenia Flores y Carlos Sandí.....	177
--	-----




Ensayo de germinación del lloró ( <i>Cornus disciflora</i> D.C.) en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica. Adelaida Chaverri, Nancy Zamora y Edwin Zúñiga.....	179
---	-----

Germinación de semillas y su establecimiento <i>in vitro</i> de <i>Laelia rubescens</i> Lindley y <i>Epidendrum stamfordianum</i> Batem. María del C. Potisek, Manuel Sarmiento y Leidy N. Puc.....	187
--	-----


 Evaluación de sistemas de determinación de la viabilidad de semillas de <i>Bombacopsis quinata</i> y <i>Tabebuia rosea</i> . y comparación con resultados de vivero. Doris Cordero y Enrique Trujillo.....	193
---	-----

Viabilidad de semillas de cinco especies forestales almacenadas al medio ambiente. Emperatriz Cabezas.....	199
Determinación del potencial germinativo de tres especies maderables nativas de un bosque tropical en Nicaragua. Darling Sánchez.....	203

## Tema V: PRODUCCIÓN DE SEMILLAS FORESTALES

 Resultados preliminares de producción de semillas de <i>Araucaria huesteii</i> en Costa Rica. Rodolfo Salazar.....	209
Producción de semillas de cedro <i>Cedrela odorata</i> L bajo condiciones naturales en Campeche, México. Anibal Niembro.....	215
 Producción y rendimiento de semillas de diez especies tropicales en Centro América. Luis F. Jara y Miguel A. Valle.....	229
 Producción de semillas de caoba <i>Swietenia macrophylla</i> King. bajo condiciones naturales en Campeche, México. Anibal Niembro.....	249
La producción y recolección de semillas forestales en Guatemala para el Proyecto Nuevos Bosques. Stuart Conway.....	265

## Tema VI: RECOLECCIÓN Y MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES

 Estandarización de técnicas de manejo de semillas de <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Cordia alliodora</i> . Juan Samaniego, Enrique Trujillo.....	273
Osmocondicionamiento, secado y almacenamiento de semillas de <i>Esenbeckia leiocarpa</i> Engl (Guarantá), <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook y <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill (ex Maiden). Gustavo Torres C.....	287
Insectos depredadores de semillas forestales en Costa Rica. Carlos Antillón, Marcela Arguedas, Cornelia Miller.....	295

## Tema VII: ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

Almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales  
nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica.  
Eva Müller .....303

Almacenamiento de semillas de ramón (*Brosimum alicastrum* ).  
Carlos Puente P.....311



Algunos reportes de almacenamiento y tratamientos  
pregerminativos de semillas forestales.  
Enrique Trujillo .....317

Pruebas de almacenamiento de semillas de tres especies de  
árboles tropicales.  
Eugenio González y Richard Fisher .....329

## Tema VIII: SITUACIÓN DEL SECTOR PRODUCTOR Y CONSUMIDOR DE SEMILLAS

La certificación de semillas, un avance importante en el  
desarrollo del Sector Forestal de Costa Rica.....337

Estandarización de normas y codificación del material genético  
y fuentes de semillas dentro del CMG & BSF en Nicaragua.  
Flor de Ma. Rodríguez.....341

Situación del mercado de semillas forestales en Colombia.  
Gerardo Pinto P.....347



Costos de recolección y procesamiento de semillas de *Swietenia*  
*macrophylla* y *Cordia alliodora* en Costa Rica.  
Juan Samaniego, Luis F. Jara y Enrique Trujillo .....355



Costos de recolección y procesamiento de semillas forestales en  
El Salvador.  
José M. Valle, y Luis F. Jara.....365



Algunos principios básicos para la conformación de redes  
de semillas forestales.  
Luis F. Jara y César Telón.....375

Necesidad de una regulación internacional dinámica y funcional  
en el uso de las semillas forestales en América Latina.  
Oscar Ochoa.....383

Directorio de Participantes.....389

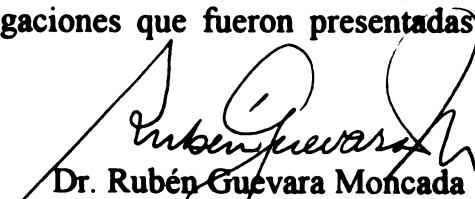
## **Mejores Semillas Forestales para Plantaciones Más Rentables**

El mayor esfuerzo de la investigación para fomentar el establecimiento de plantaciones forestales, en la mayoría de los países de América Latina, ha estado dirigido principalmente hacia la selección de especies, silvicultura, desarrollo y comercialización de los productos del bosque. Los esfuerzos realizados en el campo de la producción de semillas mejoradas, genética y fisiológicamente, han sido escasos a pesar de que el uso de semillas mejoradas es fundamental para asegurar que las plantaciones alcancen rendimientos mayores, los productos sean de mejor calidad y que éstas puedan convertirse en una alternativa de uso de la tierra competitiva con otros usos agrícolas o ganaderos.

En los últimos años, el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), ha venido colaborando con instituciones especializadas de los países de América Central y República Dominicana, en el campo del mejoramiento genético y la producción de semillas forestales, principalmente a través de proyectos financiados por la Agencia Danesa para el Desarrollo Internacional (Danida) y la Administración para el Desarrollo de Ultramar del Reino Unido (ODA). Los resultados preliminares de las investigaciones y las actividades de fomento para la producción y utilización de semillas mejoradas han sido positivos. Sin embargo, estas iniciativas deben continuar a corto, mediano y largo plazo para satisfacer la creciente demanda con semillas de mejor calidad genética y garantizar así el desarrollo del sub-sector forestal en la región.

El Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR), financiado por Danida, organizó el Simposio “Avances en la Producción de Semillas Mejoradas en América Latina” con el propósito de dar a conocer los avances a nivel de América Latina en el campo de la producción de semillas forestales, fortalecer las relaciones entre las distintas instituciones nacionales y regionales dedicadas a la investigación y la producción de semillas forestales, así como para definir acciones prioritarias en este campo y en el mejoramiento genético forestal.

El evento fue complementado con dos mesas redondas, la primera sobre “Prioridades de Investigación en Semillas Forestales” y la segunda sobre las “Necesidades de Conformar una Red Regional de Proveedores y Consumidores de Semillas Forestales”. Estas dos actividades permitieron integrar de manera positiva los resultados de las investigaciones que fueron presentadas durante el Simposio.

  
Dr. Rubén Guevara Moncada  
Director General

---

## Agradecimientos

**Rodolfo Salazar\***

La organización y ejecución de este Simposio sobre "Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina", fue factible gracias al apoyo del CATIE y de Danida, a través del Proyecto de Semillas Forestales; su respaldo económico y logístico fue fundamental para asegurar el éxito del evento.

Como organizadores, dejamos constancia de nuestro agradecimiento a la Lic. Magaly Urbina, Directora del Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG-BSF) de Nicaragua, por el importante respaldo brindado al desarrollo del evento, tanto en la ciudad de Managua como en las instalaciones del CMG-BSF en la Leona, León; gracias a su excelente planificación y coordinación, las actividades se cumplieron según el programa previsto.

Se agradece al Programa Especial para Países en Desarrollo (SPDC) de la Unión Internacional de Instituciones de Investigación Forestal (IUFRO) y al Servicio Forestal de los Estados Unidos de Norte América por el respaldo económico a la participación de profesionales de varios países.

Finalmente hacemos un reconocimiento a la Sra. Leyla Cedeño V., por el trabajo secretarial realizado, tanto en la preparación y desarrollo del Simposio como en la elaboración del documento con los resúmenes y las memorias de las presentaciones. Agradecemos el apoyo recibido de todos los compañeros de PROSEFOR, durante la preparación y ejecución del evento.

El espacio es oportuno para agradecer a todos los profesionales miembros de los grupos de trabajo de IUFRO S1. 07. 09 Silvicultura en America Latina y S2. 09. 00 Fisiología y Tecnología de Semillas que asistieron al Simposio para dar a conocer los resultados de sus investigaciones y intercambiar sus opiniones con los colegas.

---

\*Responsable de la organización de la actividad



---

## Comentarios generales

*Rodolfo Salazar*

La participación en el simposio "Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina" de más de 73 profesionales de 12 países de la región, es un claro indicador del interés del sector forestal por este importante tema.

En 48 presentaciones se dieron a conocer los resultados que se han logrado en los últimos años sobre mejoramiento genético forestal y semillas forestales. Este intercambio de conocimientos, puso en evidencia que se ha empezado a dar importancia a la producción y al manejo de las semillas de distintas especies forestales de interés para los países.

El simposio permitió fortalecer las relaciones entre los profesionales de los distintos países, que están directamente involucrados en el campo de la producción de semillas forestales.

### **Aspectos relevantes considerados durante el evento:**

- En el campo de la selección y manejo de fuentes semilleras, se evidencian progresos significativos en los países centroamericanos y República Dominicana, los cuales a corto plazo empezarán a suplir parte de la demanda de semillas forestales con mejor calidad genética y fisiológica. Estos logros son producto del apoyo técnico y de capacitación brindado por el CATIE a través del Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) con el respaldo económico de Danida y con el esfuerzo de las instituciones forestales nacionales involucradas.
- En el campo del mejoramiento genético se considera importante estudiar a fondo las poblaciones de las especies objeto de prueba, para aprovechar al máximo las variaciones existentes dentro y entre las mismas. Los resultados preliminares deben ser aprovechados para su aplicación inmediata, especialmente a nivel de clonación.
- Los resultados obtenidos a la fecha en algunos países, han permitido comprobar que los programas de mejoramiento genético no son tan costosos, si se cuantifican de manera adecuada los beneficios sustanciales que se obtienen a mediano y largo plazo.
- Las poblaciones locales, en la mayoría de los casos, han demostrado mayor superioridad al compararlas con las fuentes introducidas.
- En los estudios de mejoramiento genético forestal, se deben incluir las características de resistencia a plagas y enfermedades.

- 
- Es importante continuar profundizando en estudios de domesticación de especies nativas para las distintas zonas de vida de la región.
  - La reproducción asexual tiene un gran potencial tanto para el proceso de selección clonal, como para el proceso de propagación de especies con dificultades en la producción de semillas.
  - Se deben fomentar los estudios fenológicos, estos son fundamentales para planificar la recolección de semillas y profundizar en la biología reproductiva de las especies.
  - Se recomienda adoptar las metodologías desarrolladas por L. Fournier, para realizar estudios fenológicos y capacitar a la comunidad local en los sitios de interés, con el propósito de que ella misma realice las observaciones periódicas, y reducir así los costos de toma de datos de campo.
  - Es necesario continuar investigaciones sobre aspectos básicos de la fisiología de semillas de especies forestales tropicales, en especial de aquellas que poseen semillas recalcitrantes. Se debe considerar que muchos de los problemas en el almacenamiento y la germinación de semillas en estas especies, son el resultado de la interacción de diferentes factores ambientales y de regulación genética durante el proceso de embrio-génesis y formación de las semillas.
  - En la caracterización de las diferencias en desarrollo, estructura y fisiología de las semillas y su relación con los patrones de germinación observados, se debe considerar el uso de ciertas especies como modelos biológicos. Esto permitirá identificar las diferencias en el comportamiento de distintos tipos de semillas recalcitrantes y desarrollar las prácticas de manejo más adecuadas en cada caso.
  - Se conoció información actualizada y práctica sobre almacenamiento de varias especies de importancia regional, donde destacan trabajos interesantes con especies recalcitrantes, que abren esperanzas para su almacenamiento a más largo plazo.
  - A pesar de que existen diversos tratamientos disponibles para eliminar los diferentes tipos de latencia en semillas de especies forestales tropicales, es necesario establecer mediante un proceso de ensayo y error, los tratamientos más adecuados para cada especie en particular. En estos tratamientos debe considerarse la manipulación de factores ambientales que permitan acelerar y homogenizar la germinación de las semillas. Es importante que estos tratamientos puedan ser aplicados en forma fácil y sin riesgos por el personal operativo en los viveros.
  - Los resultados de las investigaciones, positivos o negativos deben ser divulgados, con el propósito de que sean aplicados y para evitar su repetición. Se deben presentar resultados resumidos sobre formas de almacenamiento y tratamientos pregerminativos. Se planteó la alternativa de distribuir las semillas pretratadas para que sean mejor aprovechadas por el usuario.
  - El reto de almacenar semillas bajo condiciones ambientales, en ausencia de bancos de semillas e infraestructura mínima, requiere creatividad. Por esto, los ensayos realizados en El Salvador, son un magnífico ejemplo. La generación de tecnología simple y de bajo costo, permite sustituir los equipos sofisticados y costosos.

- 
- Existe una variación alta en la producción de semillas, tanto entre sitios para una misma especie o entre procedencias, este fenómeno debe ser estudiado con mayor detalle, para asegurar el abastecimiento adecuado de semillas.
  - Los estudios de producción y rendimiento de semillas forestales son escasos, pero necesarios para lograr un control efectivo de la calidad y precios de las semillas de especies introducidas y nativas. Dichos estudios deben abarcar etapas desde la cuantificación de la producción en el campo, hasta los costos de análisis de rigor en laboratorio.
  - Se debe reconocer que la semilla es otro producto del árbol, por el cual el productor debe recibir la remuneración értinente.
  - Todos los bancos deben hacer énfasis sobre la importancia de aplicar las normas internacionales en el proceso de valoración de la calidad de las semillas.
  - Las técnicas del osmocondicionamiento de semillas, deben ser estudiadas con mayor profundidad, como una alternativa que permita a los usuarios un aprovechamiento eficiente de las semillas.
  - Dar prioridad a la realización de estudios fitosanitarios en semillas forestales, con el fin de reducir los problemas de pérdidas de semillas y evitar la diseminación de plagas y enfermedades.
  - Muchas especies forestales no florecen ni fructifican igual todos los años y algunas muestran picos de producción distanciados por varios años. Los programas de reforestación, deben considerar este comportamiento y aprovechar los años de alta producción, para cosechar suficiente semilla y garantizar el suministro en años de baja producción. Es aquí donde el tema de almacenamiento de semillas juega un papel importante.
  - En El salvador, Guatemala y República Dominicana se están estableciendo redes de productores y consumidores de semillas forestales, con el fin de fortalecer el sector de producción y consumo de semillas.
  - En la mayoría de los países de América Central y República Dominicana se estableció el Registro nacional de Fuentes Semilleras, el cual garantiza al consumidor que el material de los Bancos de Semillas Nacionales, está debidamente registrado y cumple con las normas mínimas de calidad. En Costa Rica con el respaldo de la Oficina Nacional de Semillas, fue elaborado y puesto en operación el programa de Certificación de Semillas y Plántulas de Vivero de Especies Forestales, lo cual se considera como un importante ejemplo para la región.

---

# *Tema 1*

## *Selección y Manejo de Fuentes Semilleras*

---

## **Estrategias de producción de semilla mejorada a corto plazo**

*Francisco Mesén\**

**Actualmente se reconoce que las plantaciones con especies de rápido crecimiento son parte de la solución a la pérdida acelerada de bosques y a los problemas asociados, al suplir los productos forestales que requiere la creciente población, mejorar las condiciones ecológicas y reducir la presión sobre los hábitats naturales remanentes. Sin embargo, ya no es aceptable el uso de semilla de origen desconocido y de baja calidad genética, que resulta en plantaciones mediocres que más bien detienen el desarrollo forestal al darle una mala imagen a la reforestación. Si bien las ganancias mayores genéticas se obtienen con semilla de huertos semilleros o programas de silvicultura clonal, estas son medidas a más largo plazo o los países no están preparados para ejecutarlas. Se analizan alternativas para la producción de semilla mejorada a corto plazo, y los esfuerzos que se desarrollan en América Central y República Dominicana.**

### **Introducción**

El aumento constante de la población, la conversión de hábitats naturales en tierras para agricultura, ganadería o edificaciones y la necesidad de madera y otros productos del bosque, presionan cada vez más los ecosistemas naturales. Se reconoce que el costo de la deforestación es alto: erosión y pérdida de la fertilidad de los suelos, inundaciones, desertificación, reducción de la biodiversidad e incluso extinción de especies o poblaciones únicas son algunos de los problemas asociados a la pérdida de bosques. La experiencia ha demostrado que la actividad agrícola no es sostenible en terrenos de aptitud forestal, lo cual genera una espiral creciente de degradación, con serias consecuencias biológicas, económicas y sociales.

Las plantaciones forestales manejadas técnicamente son parte de la solución, al recuperar y aprovechar terrenos no aptos para usos agropecuarios, crear condiciones ecológicas favorables, crear fuentes de trabajo y suministrar los productos forestales que exige la población creciente, reduciendo así la presión sobre los hábitats naturales remanentes.

Para que las plantaciones sean exitosas, sin embargo, deben cumplirse tres condiciones fundamentales: i) una combinación correcta de la especie con el sitio de plantación, ii) uso de germoplasma de la mejor calidad genética posible y iii) aplicación de las técnicas silviculturales apropiadas. Una falla en alguno de estos componentes afecta el rendimiento de la plantación. Ciertos problemas de índole ambiental se pueden corregir, por ejemplo, mediante fertilización, encalado, drenajes, etc. Los problemas genéticos, por su parte, sólo se pueden corregir sustituyendo la plantación; de ahí que este componente deba recibir consideración especial.

---

\* *Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR), CATIE, Turrialba, Costa Rica*

---

Dentro del esquema tradicional de mejoramiento por métodos sexuales, las mayores ganancias genéticas se obtienen mediante el desarrollo de huertos semilleros (Zobel y Talbert 1984). Para el establecimiento de tales áreas se requiere cierta capacidad técnica, financiera y conocimientos sobre la especie involucrada que a veces no están disponibles; asimismo, es necesario cierto tiempo para que los huertos alcancen su producción plena. Mientras esto sucede, se deben tomar medidas alternativas para satisfacer la demanda inmediata de semilla.

Se analizan varios métodos para la obtención de semilla genéticamente mejorada en el corto plazo. Para especies prioritarias, estas medidas deben considerarse como temporales, mientras entran en producción otras fuentes que garanticen una mayor ganancia genética.

### **Semilla de procedencias selectas**

Cuando existen resultados de ensayos de procedencias en el lugar de introducción de la especie, el primer paso para el establecimiento de plantaciones es la obtención de semilla de las mejores o la mejor procedencia. Si esta proviene de otro país, generalmente no es posible iniciar acciones de mejoramiento hasta tanto no se desarrolle una población base suficientemente grande en el país de introducción, de manera que durante algunos años habrá que recurrir a la importación de semilla de las procedencias selectas.

En ocasiones, la especie no florece o no fructifica en el sitio de introducción, lo cual impide el desarrollo de programas de mejoramiento por vías sexuales en el nuevo sitio. Esto ocurrió por ejemplo en Costa Rica, donde *Pinus* spp. no fructificó apropiadamente en las áreas donde fue introducido. En estos casos, la alternativa es depender de la importación de semilla de las procedencias selectas para el establecimiento de plantaciones, a menos que puedan desarrollarse programas de reproducción asexual.

En la mayoría de los casos, sin embargo, la especie fructifica sin problemas en los sitios de introducción, lo cual permite el desarrollo de fuentes locales de semilla. Además de abaratar los costos, esto conlleva a la formación de razas locales<sup>1</sup>, las cuales generalmente producen un mejoramiento notable, sobre todo en adaptabilidad y características de forma, con respecto a las introducciones originales. Resulta curioso observar que muchos países continúan dependiendo de fuentes externas de semilla, aún cuando disponen del recurso, muchas veces de mejor calidad, al alcance de su mano.

### **Arboles semilleros**

Esta opción se ha utilizado en programas jóvenes o para especies que, por su baja tasa de plantación anual, no ameritan esfuerzos mayores. Consiste en seleccionar y marcar fenotipos sobresalientes, ya sea en plantaciones o en el bosque natural, y coleccionar su semilla para el establecimiento de plantaciones. Puesto que en estas condiciones las heredabilidades son bajas, las ganancias genéticas también lo son, sobre todo si se selecciona en bosques naturales donde existe un

---

<sup>1</sup>Una raza local es una introducción que después de varias generaciones se adapta exitosamente al nuevo sitio y puede diferenciarse fisiológica y morfológicamente de la población que lo originó.

---

componente de variación ambiental fuerte. Además, la selección está basada en el árbol madre únicamente, y no hay control sobre el progenitor masculino.

Cuando la selección se realiza en plantaciones homogéneas, es posible lograr ganancias mayores, sobre todo en características de adaptabilidad, forma del fuste y posiblemente características de crecimiento, debido a que en estos casos, la variación fenotípica refleja más fielmente la variación genotípica. También es posible lograr ganancias en tolerancia a insectos y enfermedades si se seleccionan individuos sanos en rodales fuertemente infectados (Newton *et al.* 1993a,b).

Mediante selección de árboles plus en el bosque natural se han logrado ganancias importantes, sobre todo en rectitud del fuste, cuando las selecciones han puesto mayor énfasis en esta característica por ejemplo, con *Vochysia guatemalensis* en Costa Rica (Cornelius y Masís 1994). Asimismo, con *Gmelina arborea* se lograron ganancias de hasta 12% en esta misma característica, cuando se seleccionó en plantaciones (Cornelius y Hernández 1995). La selección de árboles plus es más estricta que una de árboles semilleros, pero estos ejemplos demuestran el potencial de una buena selección.

Desde el punto de vista práctico, una limitante de los árboles semilleros como fuente de semilla, es el costo alto y la baja eficiencia de la recolección, ya que normalmente estos se localizan a grandes distancias unos de otros, y es necesario desplazar todo el equipo de sitio en sitio para recolectar los frutos.

Con algunas especies es posible localizar suficientes árboles semilleros dentro de un área más o menos definida, lo cual reduce los costos de recolección al concentrar esta operación en un solo sitio. Este tipo de fuente presenta problemas de índole genético similares a los mencionados anteriormente, relacionados con la baja heredabilidad y la falta de control sobre el progenitor masculino, y posiblemente la ganancia se reduzca como consecuencia de un menor diferencial de selección. Para algunas especies sin embargo, puede ser la única alternativa a corto plazo.

Estas calificarían como 'fuentes identificadas' (Mesén 1994a) dentro del esquema de fuentes semilleras propuesto por el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) del CATIE, , ya que únicamente hay certeza de su procedencia, en teoría deberían ser superiores a las recolecciones extensivas donde no se presta atención a la selección de ninguno de los progenitores. Es de esperar que para especies de interés, estas fuentes sean rápidamente reemplazadas por otras que garanticen una ganancia genética mayor.

### **Semilla de fuentes seleccionadas**

Otra estrategia para la producción de semilla es coleccionar rodales con características superiores al promedio, ya sea en plantaciones o en el bosque natural. Estos reciben diferentes nombres, por ejemplo, 'rodales plus' (Faulkner 1962) o 'rodales seleccionados' (Barner *et al.* 1988). Estos autores lo definen como un rodal superior a la media dentro de la unidad ecológica particular, natural o plantado, y que en ciertos casos se deberán remover algunos árboles inferiores. Dentro del esquema propuesto por PROSEFOR, este tipo de unidad de recolección equivaldría a la 'fuente seleccionada'

---

(Mesén 1994a), es decir, un rodal de características superiores al promedio, que por problemas de aislamiento, por no poseer un mínimo de 75 árboles de características aceptables por hectárea o porque aun no ha sido sometido a los aclareos de depuración, no califica como un rodal semillero típico.

Existe poca información sobre la ganancia genética que puede esperarse de este tipo de unidades de recolección. Es de suponer que la selección del rodal por su superioridad sobre otros dentro de la misma zona ecológica, y la eliminación de los árboles peores, resulte en ganancias en adaptabilidad y otras características objeto de selección.

Cuando las condiciones lo permitan, una forma de mejorar aun más la calidad genética de la semilla producida, es realizar una depuración más estricta para eliminar los árboles inferiores, tanto dentro del rodal como en los alrededores, lo cual da origen al rodal semillero típico.

### **Semilla de rodales y plantaciones semilleras**

El rodal semillero es una de las fuentes de producción de semillas más utilizadas y sus características, establecimiento y manejo han sido ampliamente documentados (Barner *et al.* 1988, Hughes y Robbins 1982, Mesén 1994b, Palmberg 1980, Salazar y Boshier 1989, Zobel y Talbert 1984). Su utilidad radica en una serie de atributos que los hacen muy importantes, sobre todo para programas jóvenes que no tienen otras fuentes más avanzadas de producción de semillas. Entre estos se pueden destacar la capacidad de producir semilla de mejor calidad genética a muy corto plazo, la posibilidad de desarrollar razas locales adaptadas al sitio de introducción y la concentración de operaciones de recolección en una sola área.

El desarrollo de rodales semilleros implica la selección de plantaciones o rodales naturales de calidad fenotípica superior al promedio dentro de la zona ecológica en cuestión, el mejoramiento del rodal mediante la remoción de individuos inferiores y la adopción de medidas para reducir la contaminación con polen de árboles inferiores. Dentro del esquema propuesto por PROSEFOR, se sugiere una densidad de 75-150 árboles finales por ha para el rodal semillero (Mesén 1994a); considerando que el rodal debe destacar por su superioridad fenotípica, y suponiendo que se origina de una plantación con una densidad inicial de 1111 árboles por ha, hay suficiente potencial de selección para dejar únicamente los mejores. De esta manera se pretende asegurar la calidad fenotípica de ambos progenitores, lo cual implica un mejoramiento genético superior al de las fuentes anteriores.

La selección resulta más efectiva en plantaciones homogéneas, ya que la reducción del componente de variación ambiental induce un aumento en la heredabilidad y por ende, en la ganancia genética.

Existe otro tipo de fuente conocida como 'rodal de recurso de procedencia - *provenance resource stand*' (Nikles y Newton 1980), 'rodal semillero de procedencia - *provenance seed stand*' (Barner *et al.* 1988) o simplemente como 'plantación semillera' (Mesén 1994d). Esta se define como una plantación de procedencia superior, que se establece con el objetivo primordial de producción de



---

semilla. Este hecho ofrece la ventaja de que se puede elegir un sitio que ofrezca una combinación de características deseables, tales como condiciones óptimas para la producción, buen aislamiento y buen acceso. Además, se pueden aplicar técnicas de manejo desde un inicio tendientes a aumentar la producción de semilla, tales como fertilización y manejo de copas (Barner *et al.* 1988).

Desde el punto de vista de ganancia genética, tanto los rodales como las plantaciones semilleras presentan características similares. En el caso de seleccionar el rodal a una edad joven y que haya sido establecido con una procedencia superior, prácticamente no existirían diferencias. Por lo tanto, dentro del trabajo de PROSEFOR en la región, ambas fuentes han sido incluidas en una misma categoría de 'rodal semillero' (Mesén 1994a).

### **Semilla de ensayos de procedencias**

En muchos países se han establecido ensayos de procedencias y eventualmente surge la interrogante de si estos pueden utilizarse para la obtención de semilla. Existen varios inconvenientes al respecto, relacionados principalmente con la distribución de los árboles finales. Suponiendo que en un ensayo típico, con seis procedencias, parcelas de 36 árboles por tratamiento y cinco repeticiones, destaca sólo una procedencia, quedarán cinco parcelas de 36 árboles (o menos, si se han realizado aclareos) distribuidas a lo largo de un área de 1,2 ha. En cada parcela habrá que realizar un aclareo final para dejar un máximo de cinco árboles por parcela, lo cual, además del reducido número de individuos (25 en 1,2 ha), tiene el inconveniente de la pobre distribución final.

La situación puede mejorar, dependiendo del diseño y del número de procedencias seleccionadas. Sin embargo, generalmente habrá problemas de subutilización del área y restricciones en la polinización, ya que esta posiblemente ocurrirá entre los miembros de una sola parcela y no entre todos los árboles remanentes. El uso de semilla de estos ensayos debería considerarse como última alternativa. Tan pronto como se conozca la mejor o mejores procedencias, lo más recomendable es introducir semilla de esas mismas fuentes e iniciar el establecimiento de plantaciones más extensas, que puedan ser convertidas rápidamente en rodales o plantaciones semilleras, así como producir material de selección para el desarrollo de fuentes más avanzadas.

### **Semilla de árboles élite**

Un árbol élite es aquel que ha demostrado su superioridad **genética** a través de ensayos de progenies. Para especies prolíficas y de semilla pequeña, es posible utilizar semilla de árboles élite para el establecimiento de plantaciones. Esta estrategia tiene varias ventajas: i) se utiliza semilla que demostró superioridad genética en ensayos de campo; ii) para especies de semilla pequeña, es posible que quede en almacenamiento suficiente semilla de recolecciones originales realizadas para establecer el ensayo, la cual puede utilizarse inmediatamente. Otra ventaja es que pertenece al lote probado en los ensayos, es decir, no tiene el factor de variación entre años de recolección y iii) se llena la brecha entre identificación de los mejores genotipos y producción de semilla en el huerto semillero. La ganancia genética, será la mitad con respecto a un huerto de plántulas, debido a que no hay selección del progenitor masculino.

---

## **Semilla de huertos semilleros de plántulas y bancos de conservación**

Si bien muchas veces no existen los recursos, los conocimientos o la disposición para el desarrollo de huertos clonales, vale la pena analizar la posibilidad de establecer huertos de plántulas o bancos de conservación de genes, lo cual es perfectamente factible si se logra la identificación y recolección de semilla de cierto número de árboles de características sobresalientes (árboles plus). El establecimiento de estas áreas sólo requiere los conocimientos necesarios para establecer cualquier plantación, no exige grandes áreas, y para especies de floración precoz, la producción de semilla mejorada se iniciará en poco tiempo. Además, estas áreas pueden servir para objetivos, tales como la conservación de genotipos y la generación de material para selecciones más avanzadas.

El huerto semillero de plántulas es el área resultante después del aclareo genético de un ensayo de progenies. Un ensayo de progenies es un área donde las progenies de árboles plus (fenotípicamente superiores) son plantadas juntas a espaciamientos normales de una plantación comercial, manteniendo la identidad de las progenies para permitir aclareos a nivel familiar e individual, basados en índices de selección. Los primeros aclareos deben hacerse a una edad temprana para permitir un desarrollo adecuado de las copas de los árboles remanentes, pero a edad suficiente para permitir una selección por características de importancia comercial. Aunque esta dualidad de criterios normalmente se cita como un conflicto, es posible lograr un buen balance entre ambos requisitos sin mayores complicaciones (haciendo el primer raleo a los 3-5 años de edad).

El objetivo tradicional de los ensayos de progenies es la evaluación genética de los árboles plus, aunque otro objetivo importante es la conversión del ensayo en un huerto semillero de plántulas. Este último sería el objetivo central del ensayo en este caso, ya que no interesa la evaluación genética de las selecciones originales.

Para iniciar un ensayo de progenies o familias se debe recolectar semilla de unos 30-70 árboles con características sobresalientes (árboles plus). Como ejemplo, se puede pensar en seleccionar y recolectar de al menos 40 árboles. La cantidad de semilla que se necesita de cada árbol depende del porcentaje de germinación; se debe recolectar lo suficiente para producir al menos 50 plántulas viables de cada árbol para cada ensayo que se piense establecer. Para fines de conversión en huerto semillero, un diseño apropiado es el de bloques completos al azar con al menos 10 bloques y parcelas de al menos tres árboles en línea por familia, con dos líneas externas de borde alrededor de todo el ensayo. La ubicación de las 40 familias dentro de los bloques debe hacerse en forma aleatoria. Para este ensayo en particular, con 40 familias, 10 bloques, parcelas de tres árboles por familia y utilizando un espaciamiento de 3 x 3 m, se requieren 1,4 ha. Si hay más área disponible, se puede aumentar el número de bloques según sea necesario.

Con base en el comportamiento de las familias, normalmente se eliminará el 50% de ellas, y de las familias remanentes se seleccionará el mejor árbol de cada parcela. En el ejemplo anterior, resultará un huerto con 185 árboles por ha.

Los bancos de conservación son pequeñas áreas de plantación que igualmente pueden convertirse en huertos semilleros de plántulas. En este caso se utilizan 10-20 plántulas por familia

---

(400-800 plántulas en total) ubicados aleatoriamente dentro del sitio, equivalente a un diseño completamente al azar con parcelas de un solo árbol por familia. El único cuidado que se debe tener es que debe haber al menos 30 m o dos árboles de separación entre árboles de la misma familia. Un banco de conservación para 40 árboles plus, utilizando 10 repeticiones y un espaciamiento de 3 x 3 m, requiere únicamente 3 600 m<sup>2</sup>. Esta es una buena opción de producción de semilla mejorada para proyectos con pequeños campesinos.

### **Estimaciones de la necesidad de áreas semilleras**

La determinación de las especies y el área de fuentes semilleras a establecer debe estar respaldada en estudios de necesidades de semilla. No tiene sentido gastar recursos en especies que no tienen demanda o establecer más fuentes semilleras de las necesarias para suplir la demanda de esa especie en particular.

La determinación de las especies prioritarias generalmente no representa ningún problema, ya que tanto los servicios forestales nacionales como las organizaciones y oficinas regionales conocen bien esta información. La determinación del área necesaria de fuentes semilleras, por su parte, exige una serie de ejercicios que, aunque sencillos, requieren de cierta información que a veces no está fácilmente disponible. Para determinar la necesidad de áreas semilleras es necesario conocer el área potencial de plantación, los objetivos y la densidad de plantación, los porcentajes de pérdida en germinación, vivero y campo, el número de semillas por kg y la producción de semilla por árbol o por área. Suponiendo que no todos los años se obtendrá buena cosecha, la cifra resultante debería duplicarse, de manera que pueda haber en almacenamiento (cuando este es posible) al menos el suministro necesario para un año.

Los porcentajes de pérdida pueden ser estimados fácilmente basados en experiencias previas, y el número de semillas por kilogramo puede ser consultado en la literatura o simplemente determinado mediante pequeñas muestras de semilla. El problema surge generalmente al estimar el área potencial de plantación y la producción de semilla por árbol o por área. En el primer caso, los servicios forestales muchas veces no disponen de información confiable, no es posible obtener datos referentes a ONGs y reforestadores privados o las tendencias de reforestación son tan cambiantes que no es posible determinar una cifra con exactitud. Sin embargo, es posible obtener aproximaciones basadas en las tendencias de los últimos años y mediante consultas directas con las organizaciones involucradas. Los encuentros o talleres a nivel nacional son también una forma de obtener cifras confiables y actualizadas.

En el caso de los datos de producción de semilla, en la literatura existe información para algunas especies, que puede utilizarse como referencia para los cálculos o se puede consultar directamente a personal que tenga experiencia en recolecciones de la especie en cuestión. Si no existe la información, habrá que realizar determinaciones en el campo al momento de la cosecha, utilizando una muestra representativa de árboles.

El fin primordial de estos estudios es lograr una mayor eficiencia en la ejecución de los programas nacionales de semillas, al concentrar los esfuerzos en unas pocas especies de alta prioridad. Al mismo tiempo, se evitará el problema de productores frustrados, que dediquen tiempo y recursos para producir semilla que no podrán comercializar.

## Documentación de semillas

Los bancos de semillas tienen la responsabilidad de proporcionar información completa y confiable acerca de cada lote de semillas, tanto sobre su calidad física como de su calidad genética. El usuario también debe saber que ambas características son independientes, y que semillas de alta calidad física pueden producir tanto árboles excelentes como árboles mediocres. Es común confundir estos dos aspectos y muchas veces a los usuarios les basta saber que las semillas tienen un porcentaje alto de germinación, aunque genéticamente sean pobres.

Los esfuerzos del Proyecto de Semillas Forestales y las organizaciones colaboradoras en América Central y República Dominicana para establecer Registros Nacionales de Fuentes Semilleras buscan mejorar esta situación, al existir un inventario a nivel nacional de las fuentes mejores, debidamente respaldadas por información que pueda utilizarse como guía para una mejor selección de la fuente de acuerdo al sitio de plantación (Mesén 1994c).

Idealmente, este proceso debería conducir a la implementación de programas oficiales de certificación por parte de organizaciones autorizadas y a su aceptación por parte de políticos, técnicos y reforestadores, de manera que el uso de semilla certificada se considere una parte integral del éxito de cualquier programa de reforestación.

## Literatura citada

- BARNER, H; OLESEN, K; WELLENDORF, H . Comp.). 1988. Clasification and selection of seed sources. Danida Forest Seed Centre, Lecture Note No. B.1. 33 p.
- CORNELIUS J.; MASÍS, J. 1994. Avances en el mejoramiento genético de *Vochysia guatemalensis*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales, 9:11-15.
- CORNELIUS J.; HERNÁNDEZ, M. 1995. Variación genética en crecimiento y rectitud del fuste en *Gmelina arborea* en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales, 10:9-12.
- HUGHES, C.E; ROBBINS, A.M.J. 1982. Seed stand establishment procedures for *Pinus oocarpa* and *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in the natural forests of Central America. *Commonw. For. Rev.* 61(2):107-113.
- FAULKNER, R. 1962. Seed stands in Britain and their better management. *Quart. J. For.* 56(1):8-22.
- MESÉN, F. 1994a. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. *In* Memorias, I Curso Nacional sobre Selección, Clasificación y Manejo de Fuentes Semilleras, PROSEFOR-ONS-MIRENEM, 11-13 de mayo, 1994, San Carlos, Costa Rica. pp. 45-49.
- \_\_\_\_\_. 1994b. Establecimiento y manejo de rodales semilleros. *In* Memorias, I Curso Nacional sobre Selección, Clasificación y Manejo de Fuentes Semilleras, PROSEFOR-ONS-MIRENEM, 11-13 de mayo, 1994, San Carlos, Costa Rica. pp. 33-44.
- \_\_\_\_\_. 1994c. Implementación de registros nacionales de fuentes semilleras. *In* Memorias, I Curso Regional sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales, PROSEFOR-CATIE-Danida, 13-21 de febrero de 1995, Turrialba, Costa Rica. 6 p.

---

\_\_\_\_\_. 1994d. Introducción al mejoramiento genético forestal. *In* Memorias, I Curso Nacional sobre Selección, Clasificación y Manejo de Fuentes Semilleras, PROSEFOR-ONS-MIRENEM, 11-13 de mayo, 1994, San Carlos, Costa Rica. pp. 10-25.

NEWTON, A. C.; LEAKEY, R. R. B.; MESÉN, F. 1993a. Genetic variation in mahoganies: its importance, capture and utilization. *Biodiversity and Conservation* 2:114-126. >

NEWTON, A. C.; BAKER, P.; RAMNARINE, S.; MESÉN, F.; LEAKEY, R.R.B. 1993b. The mahogany shoot-borer: prospects for control. *Forest Ecology and Management* 57:301-328. >

NIKLES, D. G.; NEWTON, R. S. 1980. Inventory and use of "provenance resource stands" of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* in Queensland. Paper for IUFRO joint symposium and workshop, Brazil.

PALMBERG, C. 1980. Selection and management of seed stands: hardwoods. *FAO Forestry Papers* No. 20, pp.122-123.

SALAZAR, R.; BOSHER, D. H. 1989. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies prioritarias en América Central. *CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico* No. 20. 80 p.

ZOBEL, B.; TALBERT, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*.. New York, Wiley. 505 p.

---

## Mejoramiento de semillas forestales: Avances obtenidos en la República Dominicana

Alberto Sánchez\*; Yoni Rodríguez\*\*

Los logros más importantes en República Dominicana, relacionados con semillas forestales, han sido involucrar en actividades de capacitación y entrenamiento al personal técnico de las instituciones que utilizan semillas; se han identificado diez especies prioritarias, de las cuales cinco son nativas; se tienen identificadas 13 fuentes semilleras de cuatro especies. Existe potencial para la producción de semillas de mejor calidad; de las fuentes preseleccionadas y evaluadas a excepción de una plantación de *Acacia mangium*, se pueden establecer rodales semilleros compuestos por árboles clase I y II y en algunos casos es factible dejar solo los árboles clase I. El manejo silvicultural de las áreas semilleras se ha restringido a una fuente de *Pinus caribaea* de 102 ha donde se están eliminando de todos los árboles clase III, para llevar el rodal a una densidad final de 270 arb/ha.

### Introducción

Hasta finales de los años 60, la República Dominicana se autobastecía de productos forestales, especialmente en madera. Sin embargo, para 1962 se determinó la necesidad de regular el aprovechamiento de los bosques naturales para tales fines, se creó la Dirección General Forestal. Pese a que el país disponía de una legislación forestal, la merma de los bosques siguió el mismo ritmo. Como consecuencia, en 1967 la DGF pasada a la Secretaría de las Fuerzas Armadas.

Una forma de controlar el deterioro de los bosques fue el inicio de un programa de reforestación. Para esta fecha se instalaron los primeros viveros forestales, lo que creó la demanda de semillas. Para satisfacer esta demanda, se creó en la DGF la Sección de Recolección de semillas, que garantizaba en alguna medida un buen rendimiento de las plantaciones. Las brigadas de recolección no tenían asesoría a nivel de campo; además se instituyó que los vigilantes forestales le entregaban mensualmente cierta cantidad de semillas; es decir lo que interesaba era la cantidad y se daba poca importancia a la calidad genética.

Los primeros esfuerzos serios por mejorar la calidad genética de las semillas, se iniciaron a finales del año 1990, cuando se construyó un laboratorio compuesto por un cuarto frío y un área de análisis de calidad. Su objetivo fue analizar la calidad de las semillas para consumo interno y de exportación; investigar semillas de otras especies resistentes a plagas y enfermedades; y determinar rodales semilleros con características fenotípicas aceptables, para obtener semillas solo de estas áreas. Algunas de estas metas no se cumplieron, pero se instituyó el almacenamiento de semillas bajo condiciones controladas.

---

\* Dirección General Forestal, República Dominicana

\*\* Banco de Semillas, Dirección General Forestal, República Dominicana

---

La nueva etapa en la producción de semillas forestales se inició con la firma de la Carta de Entendimiento en octubre de 1993 entre la Dirección General Forestal y el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR/CATIE), con el objetivo de: desarrollar acciones conjuntas para promover la capacitación y asistencia técnica en la investigación de semillas forestales, establecer un entrenamiento a nivel nacional e internacional a técnicos ligados al área semillera. Ante esto, el Plan Sierra Inc. había realizado algunos trabajos enfocados a identificar árboles Plus de *Pinus occidentalis*, con el propósito de establecer un huerto clonal; en la actualidad estos trabajos están paralizados por falta de recursos.

Este trabajo pretende dar una visión general sobre semillas forestales en República Dominicana, enfocando los aspectos de cooperación técnica, identificación de especies prioritarias, evaluación y selección de fuentes semilleras y por último se mencionan las actividades de manejo que se aplican a las fuentes seleccionadas.

### **Asistencia técnica**

Partiendo del poco desarrollo en el área de semillas forestales en la República Dominicana, se priorizó la capacitación del personal técnico de diferentes instituciones nacionales (públicas, privadas y ONGs), involucrados en la recolección y manipulación de semillas forestales. Se dió énfasis a la identificación, selección y manejo de fuentes semilleras; así como técnicas de producción, cosecha y manejo de semillas.

Técnicos de PROSEFOR y nacionales realizaron visitas frecuentes a áreas con potencial para producir semillas. Además, se reorganizó el funcionamiento del banco de semillas.

### **Identificación de especies prioritarias**

En la metodología de trabajo del proyecto DGF/PROSEFOR, para que al final se obtuvieran semillas con una ganancia genética superior a las utilizadas, era necesario identificar las especies prioritarias, para dirigir los mayores esfuerzos a las especies seleccionadas.

Criterios para la identificar de las especies prioritarias:

- 1) Especies preferidas por los interesados en los planes de reforestación
- 2) Inventario de despacho y demanda de semillas en el Banco para cada especie
- 3) Que sean especies maderables

Con este reconocimiento se registraron 15 especies, aunque existen otras con gran potencial para satisfacer necesidades del país, su demanda no es alta debido a la escasa promoción en el país (el caso de algunas especies de *Eucalyptus*), o por desconocimiento que tienen las personas involucradas en actividades de reforestación (caso de *Calophyllum calaba*), pese a esto la demanda de estas especies va en aumento.

El 50% de las especies utilizadas actualmente son exóticas, de las cuales el *Pinus caribaea* y *Acacia mangium* son las que en los últimos cinco años se han plantado más en el país; estas se han adaptado a las condiciones ecológicas en la zona de bosque húmedo de bajura y han mostrado un crecimiento rápido (Cuadro 1). Las especies nativas se utilizan en poca escala; las principales dificultades son la carencia de información generada en el país sobre su comportamiento y que en algunos casos los turnos de cosechas son relativamente largos (> de 20 años). Esto demuestra la necesidad de un programa de investigación silvicultural con algunas especies nativas que producen madera de excelente calidad y de alta demanda.

**Cuadro 1.** Epoca y fuente de recolección de semillas para diez especies forestales prioritarias en la República Dominicana, 1995.

Especies	Fuente semillera	Epoca de recolección (meses)											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<i>Pinus caribaea</i>	FS-P					x	x	x	x				
<i>Pinus occidentalis</i>	FI-PN									x	x	x	
<i>Acacia mangium</i>	FS-P y FI-P			x	x	x							
<i>Simarouba glauca</i>	FI-P				x	x	x						
<i>Azadirachta indica</i>	FI-P	x	x										
<i>Cedrela odorata</i>	FI-P			x	x								
<i>Swietenia mahagoni</i>	FI-P	x	x	x	x								
<i>Leucaena leucocephala</i>	FI-P	x	x	x	x								x
<i>Eucalyptus sp</i>									x	x			
<i>Colubrina arborescens</i>	FI-P					x	x	x					

### Selección de fuentes semilleras

Una vez seleccionadas las especies prioritarias, se inició un reconocimiento para identificar y seleccionar fuentes semilleras; esta etapa se continua ejecutando, para lo cual se evalúan plantaciones forestales y bosques naturales en todo el país. Hasta el momento se cuenta con 13 fuentes de cuatro especies con potencial para producir semillas de mejor calidad genética (Cuadro 2).

En cada plantación o bosque natural seleccionado, se aplicó un muestreo para determinar las características fenotípicas de los árboles que se convertirían en posibles productores de semillas; siguiendo la metodología diseñada por PROSEFOR. Esta información es clave para saber si las áreas evaluadas califican para convertirse en rodales semilleros y determinar los tratamientos silviculturales, necesarios para cumplir con el objetivo de producir semillas con mejor calidad genética.

La disponibilidad de datos en el país sobre crecimiento de las especies prioritarias es muy limitada, por tanto el Banco de Semillas asociado con el Departamento de Investigación Forestal ha

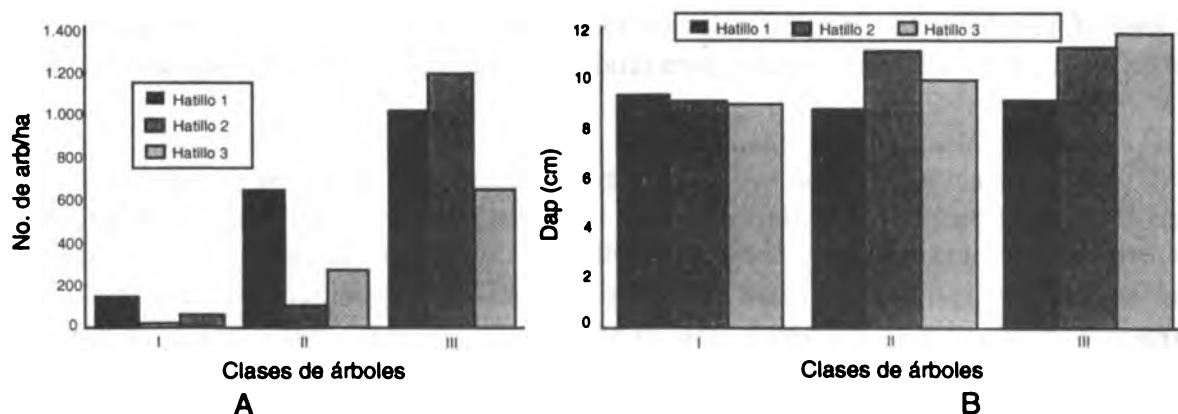


establecido parcelas de medición permanente en algunas de las áreas seleccionadas con potencial para producir semillas.

**Cuadro 2.** Registro Nacional de Fuentes Semilleras en la República Dominicana, 1995.

Nº	Especie	Clase	Sitio	Area (ha)	Propietario
1	<i>Pinus caribaea</i>	FS-P	Catarey, Villa Altagracia	102	DGF
2	<i>Pinus caribaea</i>	FS-P	La Cumbre, Bonao	312	Rancho La Cumbre
3	<i>Pinus caribaea</i>	FS-P	ESNAFOR, Jarabacoa	1	DGF
4	<i>Pinus caribaea</i>	FS-P	MARENA, Jarabacoa	2,5	SEA
5	<i>Acacia mangium</i>	FI-P	Tojín, Cotuí	0,13	Enda-Caribe
6	<i>Acacia mangium</i>	FI-P	Javillas, Cotuí	0,3	Enda-Caribe
7	<i>Acacia mangium</i>	FI-P	Cabirma, Cotuí	0,25	Enda-Caribe
8	<i>Acacia mangium</i>	FI-P	Cabeza del Hoyo, Cotuí	0,24	Enda-Caribe
9	<i>Acacia mangium</i>	FI-P	Los Coquitos, Cotuí	0,12	Enda-Caribe
10	<i>Acacia mangium</i>	FS-P	Presa Hatillo, Maimón	4,0	DGF
11	<i>Pinus occidentalis</i>	FI-P	La Celestina, San José de las Matas	4,0	Plan Sierra
12	<i>Pinus occidentalis</i>	FI-P	El Carrizal, San José de las Matas	0,75	Plan Sierra
13	<i>Calophyllum calaba</i>		Novillero, Villa Altagracia	1,4	DGF

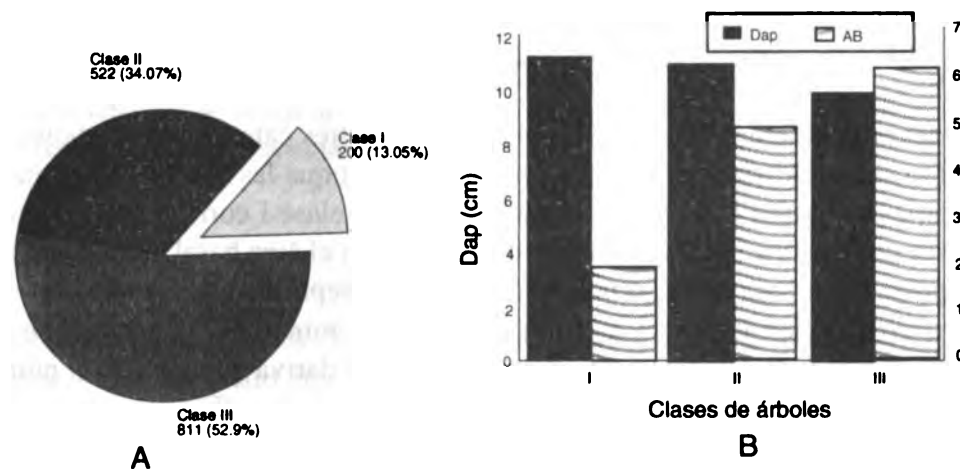
Se evidencia que a pesar de que se hizo una preselección visual de las plantaciones a evaluar, el número de árboles clase I es relativamente bajo, la cual va desde 15 a 134 arb/ha, sin embargo, con excepción de la plantación Hatillo 2, la presencia de árboles clase II (260 a 640 arb/ha en Hatillo 1 y Hatillo 2, respectivamente), garantiza el establecimiento de dos rodales semilleros con árboles de esta categoría (clase I y II). Estas intervenciones permitirán una calidad mejor de los árboles y al abrir el espacio se garantiza una producción mayor de semillas (Fig. 1).



**Figura 1.** Número de árboles por hectárea (A), diámetro promedio (B) de acuerdo a las categorías como promisorios para fuentes semilleras en *Acacia mangium* con una edad promedio de 3,5 años, Proyecto hatillo, Maimón, Sánchez Ramírez, 1995.

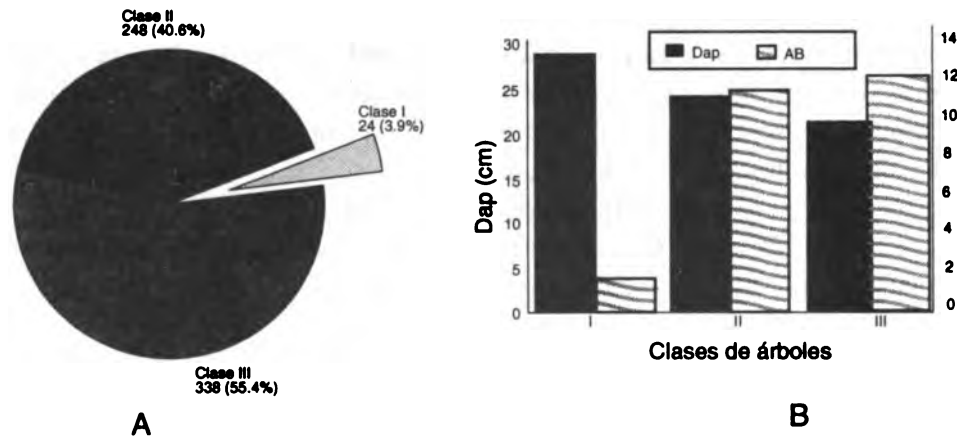
En relación con el crecimiento diamétrico (Figura 2B) se aprecia que los árboles correspondientes a la clase I en la plantación Hatillo 1 son más gruesos, aunque la diferencia no es significativa. Sin embargo, tanto para Hatillo 2 y 3 los árboles clase II y III, presentan en promedio diámetros mayores. Esto se debe a que a pesar de que estas clases incluyen los árboles suprimidos, en estas plantaciones no se evidencia una jerarquización entre los individuos, observándose un estrato de árboles dominantes y codominantes, donde la presencia de árboles suprimidos es casi nula y los árboles clase I en estas plantaciones corresponden en su mayoría al estrato codominantes. Debido a que las clases II y III concentran el número mayor de árboles y al no existir una diferenciación marcada, favorece que en estas clases se presente un diámetro mayor.

La situación en *Calophyllum calaba* es más promisorio (Figura 2), donde el 13% (200 arb/ha) y 34% (522 arb/ha) de la población corresponden a las clases I y II respectivamente. En esta plantación se tiene la posibilidad de establecer un rodal semillero con árboles clase I, ya que presenta una densidad aceptable para estos fines. Las diferencias en diámetro (Figura 2B) corresponde a este tipo de árboles.



**Figura 2.** Porcentaje y número de árboles por hectárea (A), diámetro y área basal (B) de acuerdo a las categorías como promisorios para fuentes semilleras en *Calophyllum calaba*, Proyecto Novillero, Villa Altagracia, República Dominicana, 1995.

Se hizo una evaluación del potencial en un rodal de *Pinus caribaea* de 19 años, localizado en el Proyecto Catarey, concebido para establecer un rodal semillero. La presencia de árboles clase I no supera el 4% (24 arb/ha); mientras que los árboles clase III ocupan más del 55% (338 arb/ha), sin embargo, la producción de árboles clase II es alrededor de un 41% (248 arb/ha). Esta densidad (272 arb/ha) permite establecer un rodal semillero con árboles clase I y II (Fig. 3).



**Figura 3.** Porcentaje y número de árboles por hectárea (A), diámetro y área basal (B) de acuerdo a las categorías como promisorios para fuentes semilleras en *Pinus caribaea* de 19 años, Proyecto Catarey, Villa Altagracia, República Dominicana, 1995.

Se evidencia una diferencia diamétrica clara entre las tres categorías de árboles, los árboles clase I en conjunto son estadísticamente más gruesos ( $\alpha < 0,01$ ) que las demás categorías; les siguen en grosor los árboles categoría II. Esto indica que los árboles clase I corresponden al germoplasma con el vigor mayor en la población. La situación es inversa con el área basal, donde los árboles clase I por tener una proporción baja en la composición del rodal, representan el área basal menor (2,04 m<sup>2</sup>/ha); sin embargo, a pesar de que los árboles clase III dominan en el número de árboles, las diferencias en área basal en relación con los clase III, de ahí se deriva que aunque el número árboles es menor, la diferencia en área basal se compensa por el grosor mayor (Fig. 3).

### Manejo de fuentes semilleras

Las intervenciones silviculturales orientadas a convertir las fuentes seleccionadas en rodales semilleros han sido limitadas. Los trabajos más importantes en este sentido, se realizan en las plantaciones de *Pinus caribaea* del Proyecto Catarey, con una edad promedio de 19 años. En este proyecto, que en años anteriores se habían realizado algunos raleos, pero no se ejecutaron con la visión de convertirlo en rodal semillero, aunque es innegable de que se mejoró la calidad del rodal; sin embargo la densidad promedio era de unos 600 arb/ha (Figura 3 A), lo cual impedía una producción de semilla aceptable, porque el recurso luz era un factor limitante para la formación de copas grandes. En este rodal se aplica un raleo selectivo, donde se eliminan los árboles clase II, dejando así un rodal remanente de 270 arb/ha compuesto por árboles clase I y II. Estas intervenciones permitirán una calidad mejor de los árboles y al abrir el espacio se garantiza una producción mayor de semillas.

---

## Avances en el programa nacional de semillas forestales en Costa Rica

*Francisco Mesén<sup>1\*</sup> y Marta L. Jiménez<sup>\*\*</sup>*

**La producción y abastecimiento de semillas en Costa Rica, puede realizarla cualquier persona o empresa, muchas veces sin los conocimientos necesarios para garantizar su calidad física y genética. Los fracasos debidos al uso de esta semilla sin documentación han sido ampliamente divulgados. Ante este panorama, el Banco de Semillas del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas de Costa Rica, en cooperación con la Oficina Nacional de Semillas y el Proyecto de Semillas Forestales del CATIE inició un proceso de evaluación, selección y manejo de fuentes semilleras. Las fuentes seleccionadas son incluidas en un registro nacional de fuentes semilleras, incluyendo las seleccionadas por otros bancos y organizaciones del país. Se han registrado 91 fuentes, de las cuales 66 han sido seleccionadas por el Banco de Semillas, y se iniciaron las acciones de manejo en 34 de ellas. Se pretende que el registro sirva de base para el programa de certificación forestal que implementa la Oficina Nacional de Semillas. Complementariamente se desarrolla un programa intensivo de divulgación y capacitación a varios niveles sobre selección y manejo de fuentes semilleras, así como en técnicas de recolección y manejo de semillas.**

### Introducción

A través de los programas de incentivos a la reforestación de parte del estado, durante los últimos años se han reforestado en Costa Rica alrededor de 15 000 ha anuales (MIRENEM 1994). La cifra total es aún mayor, considerando la reforestación realizada por finqueros y compañías privadas, utilizando recursos propios.

En comparación con las cifras insignificantes de hace algunos años, estos datos son alentadores. Sin embargo, con excepción de algunas empresas grandes que tienen sus propios programas de mejoramiento genético, la mayoría de la reforestación se ha realizado con semilla sin ningún grado de mejoramiento. Este hecho, unido a la mala escogencia de las especies y al mal manejo, ha repercutido en la baja productividad y en el fracaso de muchas de ellas.

Algunos esfuerzos de producción de semilla genéticamente superior no han sido suficientes para garantizar el suministro de semilla de buena calidad que requieren los programas nacionales de reforestación. Por otro lado, el desconocimiento a todo nivel acerca de la importancia del uso de semilla mejorada ha hecho que, en muchos casos, técnicos y reforestadores se inclinen por la "semilla más barata", no mejorada, aun ante la existencia de material genéticamente superior. Cualquier persona en el país puede dedicarse a la recolección y venta de semilla, generalmente sin los conocimientos mínimos para garantizar su calidad física y genética. Es común que recolectores y compradores se preocupen únicamente por la capacidad de germinación, sin tener en cuenta que una semilla de alta germinación puede producir tanto árboles excelentes como árboles mediocres.

---

\* Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR), CATIE-Danida, Turrialba, Costa Rica

\*\* Programa Nacional de Semillas, Sistem Areas de Conservación, (MIRENEM), Costa Rica

---

Ante este panorama, el Banco de Semillas del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM) de Costa Rica, en cooperación con la Oficina Nacional de Semillas y con el apoyo técnico y económico del Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) del CATIE inició un proceso de evaluación, selección, manejo y registro de fuentes semilleras a nivel nacional, en estrecha colaboración con organizaciones regionales y productores independientes. Mediante esta unión de esfuerzos se pretende aumentar la productividad de las plantaciones suministrando material de calidad genética superior. Para apoyar este proceso, el MIRENEM y la Oficina Nacional de Semillas firmaron un convenio que obliga el uso de semilla certificada, en la medida de la disponibilidad, en los programas de reforestación que utilicen recursos del estado.

Asímismo, las tres organizaciones iniciaron un plan intensivo de capacitación a personal técnico y reforestadores acerca de técnicas de selección y manejo de fuentes semilleras, y un programa de divulgación e información acerca de la importancia del uso de semilla de mejor calidad genética.

### **Selección y manejo de fuentes semilleras**

Gran parte de la reforestación en Costa Rica es ejecutada con incentivos del Estado por organizaciones de pequeños y medianos productores. Hasta 1994 estas organizaciones han plantado alrededor de 30.000 ha., utilizando una gran diversidad de especies. En el programa de reforestación también otras compañías plantan a escala mayor, ya sea con incentivos o con recursos propios.

Para que los reforestadores tengan acceso a los incentivos o créditos, es necesario contar con la asesoría de un profesional forestal, responsable de las actividades silviculturales y del manejo del proyecto. Con este tipo de profesionales el personal del Banco de Semillas ha coordinado sus acciones para el desarrollo de fuentes semilleras. También se han dirigido hacia ellos acciones de capacitación en la metodología de evaluación y manejo de las fuentes semilleras. Se pretende que esta capacidad sea llevada hasta el productor de semillas para facilitar el proceso de manejo de las fuentes y tener disponibilidad de semilla de mejor calidad en el corto plazo.

El MIRENEM ofrece apoyo con sus funcionarios a las diferentes regiones del país, quienes iniciaron el proceso de exploración y selección en cada región y trabajan con cada productor, brindando asistencia técnica.

Algunas organizaciones que participan del programa cuentan con alguna infraestructura como equipos de recolección y cámaras frías de almacenamiento. Este es el caso del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha, una organización modelo de pequeños y medianos productores en el Pacífico Seco, y que durante 1995 comercializará más de 3.000 kg de semilla certificada de *Gmelina arborea*, procedente de fuentes semilleras aprobadas por la Oficina Nacional de Semillas. Otras organizaciones de productores manejan sus propias fuentes semilleras y pronto van a satisfacer las necesidades locales de semilla mejorada.

Una vez evaluadas las áreas con potencial para producir semilla, la información es recopilada en un formulario y se adjunta información complementaria como hoja cartográfica, croquis del sitio, etc. Estas fuentes pasan a formar parte del registro nacional de fuentes semilleras.

---

En el registro nacional se encuentran inscritas 91 fuentes, clasificadas en las cinco categorías que se describen más adelante. De estas fuentes, 55 fueron seleccionadas por personal del Banco de Semillas y el resto por otras instituciones quienes han solicitado la inscripción en el registro nacional. El manejo se inició en 34 de estas fuentes. El registro incluye huertos semilleros no comprobados (HSNC), los cuales entrarán en producción durante 1996. Las especies con mayor demanda son *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Cordia alliodora*, *Terminalia ivorensis*, *Cupressus lusitanica*, *Erythrina* sp. y *Swietenia macrophylla*.

### **El registro nacional de fuentes semilleras**

Las fuentes que cumplen con los requisitos mínimos de calidad son incluidas en un Registro Nacional de Fuentes Semilleras. Este es un archivo que mantiene el Banco de Semillas del MIRENEM, donde se indica el número de la fuente, la clasificación, el tipo de rodal (natural o plantado), la especie, la procedencia, el área y el propietario. Cada fuente semillera cuenta con el respaldo de un formulario donde se incluye información botánica, silvicultural, climática y geográfica de la fuente. Una vez que una fuente ingresa al registro, se le asigna un número nacional de fuente semillera, el cual es consecutivo, invariable y único.

Cuando una organización o el propietario de un rodal solicita la inscripción de una fuente semillera, personal capacitado del banco de semillas visita la plantación y la evalúa para determinar si califica dentro de alguna de las categorías establecidas. Si es así, se completa el formulario de registro y se le asigna el número nacional de fuente semillera. Las fuentes aceptadas para ingresar al registro son las siguientes (Mesén 1994):

**Huertos semilleros genéticamente comprobados:** son plantaciones de clones o progenies seleccionados intensivamente con base en características de importancia económica, aislada o manejada para reducir contaminación de polen de árboles inferiores, manejada intensivamente para aumentar la producción de semilla y facilitar su recolección y sometida a aclareos de depuración genética con base en el resultado de ensayos de progenies.

**Huertos semilleros no comprobados:** similar al anterior, pero que no ha sido sometido a aclareos genéticos. Puede pasar a la categoría anterior si se llevan a cabo los aclareos genéticos respectivos.

**Rodales semilleros:** son rodales plantados o naturales, de base genética amplia, con un área mínima de 1 ha, aislados o manejados para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y que han sido sometidos a aclareos de mejoramiento para dejar 75-200 árboles por hectárea con características fenotípicas apropiadas.

**Fuentes seleccionadas:** son fuentes que no cumplen con uno o varios de los requisitos establecidos para los rodales semilleros, pero poseen una base genética amplia, un área mínima de 1 ha e igualmente, una densidad que permita obtener un mínimo de 75 árboles por hectárea, con al menos un 50% de estos dentro de las categorías de 'árboles aceptables'.

**Fuentes Identificadas:** son grupos de árboles que por su baja densidad, por ocupar poca área y/o porque no contienen el número suficiente de árboles aceptables por hectárea, no clasifican dentro de la categoría anterior, pero deben utilizarse temporalmente ante la ausencia de fuentes más avanzadas.

## **Capacitación y divulgación**

Para desarrollar las acciones antes descritas, se inició un programa de capacitación a varios niveles. Se dictaron tres cursos formales y dos cursos cortos sobre "Selección y Manejo de Areas Semilleras", en cinco regiones del país, dirigidas principalmente a técnicos y promotores de las organizaciones y al personal del Banco de Semillas.

Fueron elaborados los materiales didácticos que sirvieran de guías de trabajo y de asistencia al productor de semillas.

Como una de las acciones importantes de divulgación, apoyados por PROSEFOR y la Oficina Nacional de Semillas, fue declarado el año 1995 como "Año de la semilla forestal". Esta iniciativa fue promulgada por el Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, en junio de 1995, con el propósito de llamar la atención a los sectores involucrados, principalmente a los reforestadores, para que utilicen semilla de mejor calidad en sus plantaciones forestales. El MIRENEN procura con esta declaratoria apoyar las actividades de conservación, educación y transferencia de conocimientos, en el área de semillas forestales y fomentar la participación de productores, organizaciones estatales y privadas en el proceso de producción, control de calidad y comercialización de las semillas.

## **Conclusiones**

La existencia de un registro de fuentes semilleras tiene sentido, siempre que sea implementado por los comercializadores de semillas, y aceptado a nivel nacional por los involucrados en el sector forestal. Este registro nacional vendría no sólo a ordenar la producción y comercialización de semilla, sino a mejorar la productividad de las plantaciones mediante el uso de material seleccionado. Con el tiempo también se conocería el desempeño de diferentes fuentes en sitios específicos, contribuyendo así a una zonificación mejor del país.

Idealmente, se espera que en el corto o mediano plazo, estas fuentes registradas puedan ser certificadas oficialmente por la Oficina Nacional de Semillas. Con este objetivo en mente, el registro nacional utiliza un sistema de clasificación compatible con las categorías de certificación aprobadas por la Oficina Nacional de Semillas (1994).

Mediante un convenio entre el MIRENEM y la Oficina Nacional de Semillas se compromete a exigir el uso de semilla certificada, en la medida de la disponibilidad, como requisito para la aprobación de planes de reforestación con recursos del estado. Sin embargo, independientemente de la existencia de leyes o reglamentos, los usuarios deberían considerar el uso de semilla aprobada como parte esencial de cualquier programa de reforestación comercial.

---

Los esfuerzos descritos en cuanto a capacitación y divulgación pretenden hacer evidente entre técnicos, reforestadores, decisores y público en general, la importancia de utilizar semilla mejorada, y la necesidad de ordenar las actividades de producción y utilización de semilla a nivel nacional.

### **Literatura citada**

MESÉN, F. 1994. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. *In* Manual del I Curso Nacional sobre Selección, Clasificación y Manejo de Fuentes Semilleras, PROSEFOR, CATIE-Danida, San Carlos, Costa Rica, 11-13 de mayo de 1994. p9 45-49.

MIRENEM. 1984. Boletín estadístico forestal No. 5, 1990-1993. Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, Dirección General Forestal, Departamento de Planificación, San José, Costa Rica. 98 p.

OFICINA NACIONAL DE SEMILLAS. 1994. Reglamento técnico para la producción y comercialización de semilla y material de vivero certificado de especies forestales. San José, Costa Rica. 11 p.



---

## **Avances en la identificación, selección, manejo y registro de las fuentes semilleras en Guatemala**

*César Telón\**

**El 73% del territorio en Guatemala es de uso forestal; cuenta con una amplia biodiversidad debido a la combinación de vida silvestre entre la región neoártica de América del Norte con la región neotropical de América del Sur. La identificación, selección, manejo y registro de fuentes semilleras se inició en Guatemala, con acciones conjuntas entre PROSEFOR del CATIE y DIGEBOS. Comenzó con capacitación de los técnicos inmersos en la producción de semillas, básicamente en selección y manejo de rodales semilleros y en recolección y procesamiento de semillas forestales. Actualmente se cuenta con 127 fuentes identificadas, 52 seleccionadas, 6 manejadas y 19 inscritas en el Registro Nacional de Fuentes Semilleras. Se logró conformar la Red Nacional de Semillas Forestales y crear nuevos registros en el BANSEFOR para mejor control de las diferentes actividades.**

### **Introducción**

La República de Guatemala está situada entre los paralelos 13 y 14' y 18 30' latitud norte y los meridianos 87 30' y 92 13' longitud oeste. Su extensión es de 108,889 km<sup>2</sup>, con 9.2 millones de habitantes para 1990.

El 26,4% de la superficie del país es apto para el desarrollo agrícola (clases agrológicas I-VI); 21.4% para pastos, cultivos perennes o forestales (clases agrológicas V-VI); 37.1% para bosques productores (clase VII); el restante 1% corresponde a los cuerpos de agua.

Los ecosistemas de Guatemala combinan vida silvestre relacionada con la región neoártica de América del Norte con la región neotropical de América del Sur, razón por la cual cuenta con la mayor biodiversidad genética en la región.

La actividad conjunta entre PROSEFOR y DIGEBOS se inició, con la capacitación de técnicos guatemaltecos en la recolección y procesamiento de semillas forestales, tanto a nivel regional como nacional. Se han identificado 127 fuentes, de las cuales se han preseleccionado 52, registrado 19 y manejado 6. Se ha implementado el Registro Nacional de Fuentes Semilleras y se está tratando de conformar la Red Nacional de Semillas; este será el principio para mejorar las fuentes semilleras del país, así como cubrir la demanda de semilla a corto, mediano y largo plazo.

Los objetivos de este documento son:

- Dar a conocer los logros en identificación, selección y manejo de fuentes semilleras, en plantaciones y bosques naturales.
- Informar sobre los avances del Registro nacional de Fuentes Semilleras, así como de la Red

---

\* DIGEBOS, Banco de Semillas Forestales, Guatemala

---

Nacional de Semillas e implementación de los registros de información BANSEFOR.

- Exponer cómo se ha implementado el Registro de Fuentes Semilleras en Guatemala.

### **Desarrollo de las actividades**

La fase de identificación, selección y manejo de rodales semilleros ha sido dinámica, a pesar de la poca disponibilidad de recursos para la realización de dicha actividad; se contó con las siguientes facilidades:

- Equipo de conducción; equipo para medición dasométrica; material bibliográfico: Hojas cartográficas, escala 1:50,000; datos meteorológicos: precipitación y temperatura del INSIVUMEH; apoyo de oficina

Guatemala no contaba con un Registro nacional de Fuentes Semilleras; la actividad de identificación, selección y manejo se inició luego de haberse suscrito la Carta de Entendimiento entre PROSEFOR del CATIE y DIGEBOS de Guatemala; aunándose esfuerzos, recursos y conocimientos para desarrollar acciones conjuntas de capacitación, asistencia técnica, extensión, manejo de rodales y semillas forestales.

Las acciones se iniciaron con la participación de 2 técnicos del BANSEFOR y 1 de la Gremial Forestal al curso sobre Identificación, Selección y Manejo de Rodales Semilleros, CATIE, Turrialba, Costa Rica, marzo de 1994.

Se realizó un curso nacional en el Municipio de Puralhá, Baja Verapaz, del 1 al 5 de agosto, sobre la misma temática, en donde se incluyeron experiencias de empresas privadas y profesionales del país. Se contó con participación de la iniciativa privada, sector estatal, organizaciones no gubernamentales y universidades.

En el CATIE, Turrialba, Costa Rica, se llevó a cabo el curso sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales, en febrero de 1995, con la participación de 2 técnicos del BANSEFOR y 1 de la Gremial Forestal. Se realizó un curso nacional en la ciudad Guatemala, en abril de 1995. Este curso fue repetido en el Departamento de Retalhuleu, Guatemala, en abril de 1995, con la participación de los promotores forestales del Proyecto Agroforestal, financiado por la Agencia Española de Cooperación Internacional.

El apoyo continuo de PROSEFOR, ha permitido desarrollar la fase de identificación y selección de fuentes, en las regiones I, II, III, V, VII y VIII del país.

Las especies que se determinaron como prioritarias con base en la demanda de material, según los registros de BANSEFOR que se han considerado y trabajado en el proceso de identificación son: *Pinus caribaea*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi*, *P. ayacahuite*, *P. pseudostrobus*, *P. oocarpa*, *Abies guatemalensis*, *Cupressus lusitanica*, *Alnus acuminata*, *Credela odorata*, *Swietenia humilis*, *Tabebuia rosea*, *Reseodentron donnel-smithii*, *Eucalyptus camaldulensis*, *E. grandis*, *E. torreliana* y *Gmelina arborea*.

---

En el proceso de selección de las mejores fuentes semilleras, se han tomado en cuenta aspectos como: el fenotipo de la fuente, acceso, disponibilidad del propietario a darle manejo, edad, crecimiento, estado fitosanitario, número de árboles por hectárea y extensión.

La evaluación de las fuentes es básicamente sobre la calidad de los árboles, asignándoles un número, de acuerdo a las siguientes clases:

- 1: **ARBOLES EXCELENTES** (Dominantes o Codominantes, rectos, sin bifurcaciones, de ramas delgadas, sanos y vigorosos). Conformarán la población final del rodal semillero.
- 2: **ARBOLES BUENOS** (Dominantes o codominantes, sin bifurcaciones bajas, con leves defectos en el fuste o en la copa). Algunos o todos podrían permanecer en el rodal si no hay suficientes en la categoría anterior.
- 3: **ARBOLES INACEPTABLES** (Suprimidos, enfermos y/o con defectos importantes en el fuste y/o las copas). Todos deben ser eliminados del rodal.

En el proceso de manejo de las fuentes seleccionadas, se han realizado raleos, eliminando inicialmente los árboles CLASE 3, quedando para una próxima intervención los árboles CLASE 2. Los de Clase I serán los productores de semilla. Dicha fase ha sido lenta y dificultosa debido a la falta de recursos, como: pintura para el marcado de árboles, disponibilidad de motosierra y personal para realizar los raleos.

La conformación de la Red Nacional de Semillas ha sido un proceso dinámico y a la vez complejo debido a que se está buscando la sostenibilidad, razón por la cual aún no está funcionando en un 100% considerándose en un principio como una asociación con personería jurídica; posteriormente se consideró que debería estar adscrita a la Gremial Forestal, con la participación de los sectores interesados.

### **Conclusiones y recomendaciones**

- Actualmente Guatemala cuenta con un Registro Nacional de Fuentes Semilleras.
- El país posee una Red Nacional de Productores de Semillas en proceso de formación.
- Se ha llevado a la práctica la actividad de identificación, selección, manejo y registro de fuentes semilleras.
- El BANSEFOR cuenta con una guía para el manejo de la documentación de las diferentes actividades.
- Se requieren más recursos en BANSEFOR para complementar el Registro de Fuentes Semilleras y el manejo de las mismas.
- Que se nombre un profesional enlace específico para el Proyecto.

- 
- Que se realice una evaluación de la documentación usada para los diferentes registros del BANSEFOR y determinar si se adaptan a la realidad.
  - Que PROSEFOR continúe apoyando en la consolidación de la Red Nacional de Productores de Semillas.

## *Tema 2*

# *Avances de la Investigación para la Producción de Semilla Mejorada*

INSTITUTO COSTARRICENSE  
DE INVESTIGACIONES  
AGROPECUARIAS  
Y FORESTALES  
C. R. 10000

---

# Mejoramiento genético forestal para finqueros pequeños y medianos. I. Resultados y experiencias de 17 años de investigación del CATIE en Costa Rica

Jonathan Cornelius\*

**Resultados y experiencias del Proyecto Mejoramiento Genético Forestal del CATIE, cubriendo los siguientes temas: experimentación "en finca" vs "en estación", magnitud de diferencias entre procedencias; traslado de semilla de especies nativas; selección de árboles plus; com portamiento de germoplasma importado vs. germoplasma local de especies exóticas; diseño experimental; incidencia de interacción genotipo-ambiente; niveles de variación genética y heredabilidad; resultados de ensayos genéticos, rentabilidad del mejoramiento genético forestal de escala pequeña.**

## Introducción

El Proyecto Mejoramiento Genético Forestal del CATIE inició sus actividades en 1977. Desde entonces, se ha generado amplia información, sobre resultados de ensayos de campo y de relevancia para la planificación y diseño de programas de mejoramiento. En el presente artículo se describen estas experiencias. En otro artículo (Cornelius 1995) se discutirán las implicaciones de estas y otras consideraciones para el manejo de recursos genéticos forestales en América Central.

## Experimentación "en finca" vs ."en estación experimental"

Más de cien ensayos del Proyecto MGF, han sido establecidos en diferentes tipos de finca. Las ventajas y desventajas de este tipo de experimentación con respecto a la experimentación en estaciones experimentales, se resumen en el Cuadro 1. Esta modalidad de trabajo tiene importantes ventajas estadísticas, permite un enfoque más participativo que en el caso de los programas exclusivamente "en estación", y evita la necesidad de una gran área experimental. En la experiencia del Proyecto, los factores más determinantes en el éxito de ensayos "remotos" son el interés del colaborador y las características de la especie. Las especies mas "delicadas" como *Bombacopsis quinata*, *Eucalyptus* spp. son más difíciles de manejar "a distancia" que las especies más robustas, como *Acacia mangium*, *Gmelina arborea* y *Vochysia guatemalensis*. Sin embargo, para cualquier especie el enfoque "en finca" depende para su éxito de la disponibilidad de vehículos y combustibles, a menos que se trate de un programa netamente local.

---

\* Administración Británica para el Desarrollo en Ultramar, CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Cuadro 1. Comparación de la experimentación genética forestal "en finca" vs. experimentación "en estación"**

Atributo / función	Mejor "en estación"	Mejor "en finca"	Comentarios
<b>1. Aspectos estadísticos</b>			
Precisión de experimentos	Si	No	Pero las experiencias del Proyecto MGF demuestran experimentos "en finca" bien diseñados son perfectamente capaces de detectar diferencias entre genotipos.
Representatividad con respecto a los sitios de plantación	No	Si	Sin embargo, depende del tipo de manejo en la estación. A veces las estaciones experimentales forestales se parecen a las fincas forestales operacionales.
Estimación de interacción genotipo-ambiente	No	Si	A menos que existan varias estaciones en diferentes condiciones, no se puede estimar la interacción genotipo-ambiente con respecto a variaciones macroambientales.
<b>2. Aspectos administrativos y financieros</b>			
Facilidad de control de mantenimiento etc.	Si	No	Se puede visitar la estación todos los días, mientras frecuentemente pueden pasar meses entre visitas a fincas individuales. A veces los finqueros incumplen sus responsabilidades.
Costos			Los ensayos "en finca" normalmente son mantenidos por los mismos finqueros. En la estación los ensayos tienen que ser mantenidos por empleados del programa o proyecto. En ensayos "en finca" los costos de monitoreo y establecimiento son mayores.
Seguridad			Es más probable perder un ensayo individual "en finca" que "en estación". En experimentación "en finca" existe la posibilidad de perder varios ensayos a la vez debido a incendios, al precarismo, o a cambios en políticas institucionales
<b>3. Demostración</b>			
			Es más fácil demostrar resultados "en estación" que en finca. Sin embargo, los resultados pueden tener menos credibilidad debido a que los sitios son menos representativos de condiciones operacionales.
			De todos modos muchos tipos de ensayos genéticos no se prestan para fines demostrativos. Para demostrar resultados es más efectivo usar parcelas demostrativas.
<b>4. Producción de semilla</b>	Si	No	Normalmente es más fácil estimular alta producción y recolectar semilla "en estación" que en una variedad de fincas.
<b>5. Distribución y uso de semilla mejorada</b>			Depende de las características del programa. Si los usuarios (finqueros) están involucrados en el programa de experimentación y producción de semilla "en finca", es probable que se logre más fácilmente la aceptación del germoplasma producido, que cuando la semilla se distribuye de un centro de producción lejano.

## Diferencias entre procedencias: aspectos generales

La experiencia del Proyecto ha demostrado importantes diferencias entre procedencias de las especies comúnmente plantadas en América Central. Se destaca que esta conclusión aplica tanto a las especies exóticas como a las nativas (Cuadro 2 y 7). La magnitud de variación entre procedencias no depende de si una especie es nativa o exótica, sino en gran medida de las diferencias ambientales entre los sitios de recolección de semilla. Si estas diferencias son grandes, también lo pueden ser entre las procedencias, siempre y cuando las dos procedencias no estén tan cerca como para permitir un intercambio constante de polen y/o semillas.

## Traslados de semilla de especies nativas

Los resultados del Proyecto evidencian que en América Central el traslado de semilla de especies nativas a zonas muy distintas a su procedencia puede provocar el fracaso de las plantaciones (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Ejemplos de diferencias importantes entre procedencias de especies nativas a América Central.

Especies	Ubicación del ensayo <sup>1</sup>	Resultados
<i>Alnus acuminata</i>	Sta. Cruz de Turrialba	Una procedencia guatemalteca creció más lentamente y exhibió mayor susceptibilidad al ataque de <i>Scolytodes alni</i> que las costarricenses incluidas (Cornelius y Masís 1995)
<i>Cordia alliodora</i>	Guápiles, zona atlántica <sup>2</sup>	Las procedencias de la zona atlántica crecieron 95% más rápidamente que una de Nicoya (zona seca) durante los primeros 2 años (sin publicar)
<i>Pinus patula</i> ssp. <i>tecunumanii</i>	varios	La procedencia Yucul, Nicaragua de <i>Pinus patula</i> spp. <i>tecunumanii</i> demostró superior crecimiento a otras fuentes de la misma especie de Belice (Corea 1989) y Honduras (Cornelius et al 1995)
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Sarapiquí, zona atlántica	Dos procedencias costarricenses crecieron 10% más rápidamente hasta los 42 meses en dap que las guatemaltecas y hondureñas (Cornelius y Masís 1994)

<sup>1</sup>Todo Costa Rica; <sup>2</sup>parcela demostrativa

## La selección de árboles plus

El Proyecto ha iniciado sus programas de selección dentro de procedencias con un ciclo de selección de árboles plus. Se concentró principalmente en la selección por características de forma,



---

especialmente rectitud del fuste. En el caso de la selección en plantaciones y rodales naturales coetáneos (*Alnus acuminata*), se procuró que el diámetro fuera igual o mayor que el promedio del rodal. En la mayoría de los casos, se incluyó en los ensayos de progenie un testigo no seleccionado (Cuadro 3). En rodales naturales, hay poca evidencia de que la selección fenotípica, incluyendo la selección por forma, haya sido efectiva, mientras en la selección en plantaciones parece que la selección fenotípica sí ha sido efectiva. Estos resultados están de acuerdo con experiencias a nivel mundial (Cornelius 1994b). Los datos en el Cuadro 3 probablemente subestiman considerablemente las ganancias en productividad realizables a través de la selección de árboles plus, ya que no se aplicó una presión de selección muy fuerte.

### **Comportamiento de germoplasma importado vs germoplasma local de especies exóticas**

En varios de los ensayos de procedencias y descendencias de especies exóticas del Proyecto se incluyeron tanto lotes de semilla importados como fuentes locales. En todos los casos, el material local ha sido mejor que el material recién introducido (Cuadro 4). Esto no significa que no vale la pena probar nuevo material o hacer pruebas de procedencias si ya existen fuentes locales. En otros casos, puede ser que la fuente local se originó de una procedencia nativa mala o, por lo menos, no de las mejores. Sin embargo, estos resultados sugieren que no se deben despreciar fuentes locales, ni suponer que fuentes importadas - aunque sean de huertos semilleros - sean superiores en condiciones locales.

### **Diseño experimental**

En casi todos los experimentos de campo establecidas por el Proyecto, se ha utilizado el diseño tradicional de bloques completos aleatorios. Cuando hay muchos (>45) tratamientos, este diseño requiere de bloques muy grandes, y frecuentemente es casi imposible lograr homogeneidad ambiental dentro del bloque, particularmente en sitios experimentales "en finca". A pesar de esto, en la mayoría de los experimentos analizados, se nota un efecto muy fuerte de bloque, lo cual implica que vale la pena utilizar un diseño con bloques y no un diseño completamente aleatorizado.

Muchos de los ensayos de progenies del Proyecto tienen una área de 2,5 -3,0 ha, lo cual permite establecer suficientes (8-9) repeticiones aun con parcelas relativamente grandes (5-6, siguiendo las normas del Instituto Forestal de Oxford y CAMCORE, respectivamente). Sin embargo, recientemente ha sido más difícil encontrar áreas tan extensas, por lo cual se empezó a trabajar en áreas de 1,5-2,0 ha. Como respuesta a este cambio, se bajó a tres el número de árboles por parcela. La parcela más pequeña permite el establecimiento de más repeticiones por sitio, y también ofrece ventajas valiosas en cuanto a la ubicación de los bloques. Con bloques más pequeños, es mucho más fácil lograr la homogeneidad ambiental dentro del bloque.

Alrededor del 25% de los ensayos del Proyecto son ensayos de procedencias / descendencias tipo "bloque compacto", establecido en colaboración con CAMCORE u OFI. Aunque este tipo de ensayo proporciona información de utilidad, también tiene defectos. Por lo general, el número de procedencias que se pueden incluir es poco -dado que es necesario mantener las familias en parcelas separadas-, mientras por otra parte el número de familias por procedencia es normalmente demasiado bajo como para permitir estimaciones definitivas de los parámetros genéticos. En general, hay tanto que ganar a nivel de procedencia que no se justifica fácilmente la omisión de la fase de ensayos de procedencias tradicionales.

**Cuadro 3.** Resultados de selección de árboles plus por el Proyecto MGF en Costa Rica

Especie / procedencia	Ensayo <sup>1</sup>	Característica		Material	
		seleccionada	medida	seleccionado mejor (%)	no selec- cionado mejor (%)
<b>Selecciones en pobla-ciones naturales</b>					
<i>Alnus acuminata</i> , División	Sta. Cruz de Turrialba	dap y altura <sup>2</sup> , rectitud del fuste	rectitud (34 meses)	igual	igual
"	"	dap y altura <sup>2</sup> , rectitud del fuste	índice de volumen <sup>3</sup> (34 meses)	inferior	mejor (22%)
<i>Cordia alliodora</i> , San Carlos	Talamanca	rectitud	rectitud (52 meses)	inferior (11%)	mejor
<i>Cordia alliodora</i> , Talamanca	"	"	"	inferior	mejor (27%)
<i>Cordia alliodora</i> , Turrialba	"	"	"	mejor (12%)	inferior
<i>Vochysia guatemalensis</i> San Miguel	Sarapiquí	"	rectitud (42 meses)	igual	igual
<b>Selecciones en plantacioness</b>					
<i>Alnus acuminata</i> , Prusia	Sta. Cruz de Turrialba	dap y altura <sup>2</sup> , rectitud del fuste	rectitud (34 meses)	mejor (3%)	inferior
"	"	"	índice de volumen <sup>2</sup> (34 meses)	mejor (2%)	inferior
<i>Cupressus lusitanica</i> , población base C.R.	"	"	índice de volumen <sup>2</sup> (28 meses)	mejor (50%)	inferior
<i>Eucalyptus deglupta</i> , población base C.R.	varios	"	altura (16 meses)	mejor (5%)	inferior
<i>Gmelina arborea</i> , población base C.R.	"	"	dap (19-32 meses)	mejor (3%)	inferior
"	"	"	rectitud (19-32 meses)	mejor (7%)	inferior

<sup>1</sup>Todos Costa Rica; <sup>2</sup> promedio del rodal; <sup>3</sup>  $0.5 \text{ altura} \times d \leq 4$

**Cuadro 4.** Comportamiento relativo de fuentes importadas y locales de especies exóticas.

Especies	Característica	Fuente local: descripción si es superior (S) o inferior (I)	Fuente importada: descripción si es superior (S) o inferior (I)	Referencia
<i>Cupressus lusitanica</i>	altura, 28 meses	progenie de 44 árboles plus S (24%)	progenie de huerto semillero clonal (Arcadia, Colombia) I	Cornelius y Baeza 1995
<i>Eucalyptus deglupta</i>	altura, 16 meses	progenie de 48 árboles plus S (6%)	progenie de huerto semillero, Papúa I	Cornelius, Corea y Mesén 1995
<i>Eucalyptus saligna</i>	índice de volumen <sup>2</sup>	procedencia local, Juan Vías  S (25%)	promedio global de procedencias Gladfield, S. Calliope (Queensland) y N. Raymond Terrace, Nueva Gales del Sur I	Mesén 1990
<i>Gmelina arborea</i>	volumen/ha	procedencia local, Siquirres  S (52%)	promedio de seis procedencias de la India, Sri Lanka y Tailandia I	Valerio 1986
	rectitud	procedencia local, Siquirres  S (21%)	promedio de seis procedencias de la India, Sri Lanka y Tailandia I	Valerio 1986

<sup>1</sup> todos Costa Rica; <sup>2</sup>  $0.5 \text{ altura} \times d \leq 4$   
S = superior      I = inferior

### La interacción genotipo-ambiente

En casi cualquier juego de ensayos genéticos, existe la interacción genotipo-ambiente, es decir que las diferencias entre genotipos incluidos no se mantienen exactamente igual sobre todos los sitios. Sin embargo, la única interacción de interés práctico se da cuando los genotipos que son los mejores en un sitio no son los mejores en uno u otros sitios más. En estos casos, la aplicación de resultados de experimentos en un solo sitio puede provocar pérdidas en productividad de las plantaciones. Por lo tanto, resulta interesante resumir las experiencias del Proyecto en cuanto a la ocurrencia de interacciones de este tipo. Estas experiencias, indican que a veces no hay interacciones (Cuadro 5). En tales casos, se podría decir, con anterioridad, que se pudo haber utilizado un sólo sitio. El problema, sin embargo, es que la ocurrencia de la interacción genotipo-ambiente no es predecible, y por lo tanto **sólo después de realizar ensayos en varios sitios es posible concluir que hubiera sido posible prescindir de varios de ellos**. Por lo tanto es inescapable la conclusión que para lograr resultados definitivos y plenamente confiables se necesita más de un sitio, particularmente cuando la especie se planta en diferentes condiciones macroambientales.

## Niveles de variación genética y parámetros genéticos en especies estudiadas hasta la fecha

En general la heredabilidad en especies forestales para las características de interés prácticamente universales como rectitud del fuste, altura, dap y volumen por árbol está en el rango 0,1-0,3, mientras el coeficiente de variación genética aditiva (CVGA) típicamente tiene valores entre 5-15% (Cornelius 1994a). El CVGA mide la cantidad de variación genética como porcentaje del promedio genotípico, mientras la heredabilidad mide la magnitud de esta variación en relación con la variación total fenotípica. El Proyecto ha producido estimaciones de estos parámetros para las siguientes especies: *Alnus acuminata*, *Cupressus lusitanica*, *Eucalyptus deglupta*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Gmelina arborea* y *Vochysia guatemalensis*. (Cuadro 6). Resulta interesante observar que, por lo general, las tendencias se parecen a las tendencias generales mencionadas, aunque estas últimas se basan principalmente en especies coníferas.

**Cuadro 5.** Presencia de interacción genotipo-ambiente de importancia<sup>1</sup> en los experimentos del Proyecto MGF en Costa Rica .

Especies	Tipo de ensayo / número de sitios	Característica y presencia o no de interacción importante <sup>1</sup>	Fuente	Notas
<i>Acacia mangium</i>	procedencia 2 sitios	altura, dap no	Mesén 1990	
<i>Eucalyptus deglupta</i>	progenie 3 sitios	altura no	Cornelius <i>et al.</i> 1995	
<i>Gmelina arborea</i>	progenie 4 sitios	rectitud, dap no	Cornelius y Hernández 1995	
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	procedencias 6 sitios	dap sí	Mesén 1990	Las procedencias de Guanaja y Poptún fueron entre las peores globalmente pero eran las mejores en un sitio
<i>Vochysia guatemalensis</i>	procedencias 2 sitios	dap sí	Cornelius y Masís 1994	En un sitio, las procedencias costarricenses crecieron más rápidamente, mientras en el otro sitio la procedencia de Honduras fue la mejor
"	"	rectitud no	Cornelius y Masís 1994	

<sup>1</sup> = cuando los mejores genotipos en un sitio no son los mejores en otro

Sólo un valor de heredabilidad parece particularmente inusual (heredabilidad de 0,47 para rectitud, *Pinus caribaea*), y sólo dos valores de CVGA (22,5% para altura de *E. deglupta* en Tuis, y 20,8% para dap de *G. arborea* en Hojanca). Por lo tanto la experiencia sugiere que podemos esperar ganancias genéticas parecidas a las alcanzadas en otras regiones

**Cuadro 6.** Estimaciones de heredabilidad y coeficiente de variación genética aditiva en experimentos del Proyecto MGF en Costa Rica

Especies y sitio	Característica	Meses	h <sup>2</sup>	CVGA %	Fuente
<i>Alnus acuminata</i>	altura	34	0,29	9,6	Cornelius, Mesén, Corea y Henson 1995
	rectitud	34	0,12	9,7	"
<i>Cupressus lusitanica</i>	altura	28	0,21	10,2	Cornelius, Apedaile y Mesén 1995
	diámetro	28	0,12	15,9	"
<i>Eucalyptus deglupta</i> (Canalete)	altura	16	0,15	16,2	Cornelius, Corea y Mesén 1995
<i>Eucalyptus deglupta</i> (San José de Upala)	"	"	0,19	14,6	"
<i>Eucalyptus deglupta</i> (Tuis)	"	"	0,27	22,5	"
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	altura		0,12		Crockford <i>et al.</i> 1990
	rectitud		0,47		"
<i>Gmelina arborea</i> (Nicoya)	dap	32	0,19	8,3	Cornelius y Hernández 1995
	rectitud	32	0,23	19,1	"
<i>Gmelina arborea</i> (Hojancha)	dap	31	0,31	20,8	"
	rectitud	31	0,08	13,3	"
<i>Gmelina arborea</i> (Santa Cruz)	dap	29	0,28	11,3	"
	rectitud	29	0,07	9,3	"
<i>Gmelina arborea</i> (Canalete)	dap	19	0,21	10,6	"
	rectitud	19	0,29	16,0	"
<i>Vochysia guatemalensis</i> (procedencia Izabal, La Guaria)	altura	42	0,08		Cornelius y Masís 1995
	rectitud	42	0,32		"

**Cuadro 7.** Principales resultados de ensayos genéticos del Proyecto MGF del CATIE, 1977-1995 en Costa Rica

Especies	Resumen de resultados	Fuentes
<i>Acacia mangium</i>	Mejores procedencias: Claudie River / Iron Range (Queensland)	Mesén 1990
<i>Alnus acuminata</i>	Procedencia guatemalteca Palestina de los Altos fue inferior a procedencias locales en crecimiento, forma y susceptibilidad a <i>Scolytodes alni</i>	Cornelius, Mesén Corea y Henson 1995 Cornelius y Masís 1995
<i>Cedrela odorata</i>	Fuentes de la zona de bajura de Guanacaste son de lento crecimiento en zonas húmedas de la vertiente atlántica. La de San Carlos, Costa Rica, exhibe la mayor tolerancia al ataque de <i>Hypsipyla</i>	Cornelius 1995
<i>Cordia alliodora</i>	Fuentes de la vertiente pacífica tienen forma y crecimiento inferior, en zonas húmedas y zonas secas. La procedencia de Turrialba presentó crecimiento inferior en dicha zona	Cornelius 1995
<i>Cupressus lusitanica</i>	En un ensayo en Sta. Cruz de Turrialba, hasta los 28 meses la fuente de Santa María de Dota creció 30% más lentamente que las procedencias al norte de Heredia.	Cornelius y Baeza 1995
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Las plantas con hojas de fuerte coloración morada tienden a crecer más lentamente que las de hojas verdes	Cornelius, Corea y Hernández 1994. Cornelius, Corea y Mesén 1995
<i>Eucalyptus urophylla</i>	Las procedencias más productivas en un ensayo en San Carlos, Costa Rica fueron las de Mt. Lewotobi (Isla Flores), Remexio (Timor), Isla Alor (oeste) y Isla Lembata (suroeste)	Mesén 1990
<i>Gmelina arborea</i>	La raza local (costarricense) mostró un comportamiento igual o superior a procedencias introducidas en un ensayo en Turrialba, Costa Rica	Mesén 1990 Valerio 1986
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	La procedencia Guanaja, Honduras, mostró superioridad en crecimiento y forma a otras procedencias en un ensayo en Guanacaste, Costa Rica.	Mesén 1990
<i>Pinus patula</i> spp. <i>tecunumanii</i>	La procedencia Yucul, Nicaragua, fue superior en forma y crecimiento en los sitios ensayados, excepto la bajura guanacasteca.	Corea 1989 Mesén 1990 Corea et al. 1993b Cornelius et al. 1994
<i>Vochysia guatemalensis</i>	En un ensayo de Sarapiquí, Costa Rica, las procedencias de la zona atlántica crecieron más rápidamente que las procedencias de Izabal, Guatemala, y La Ceiba, Honduras. Sin embargo la procedencia Guatemala tenía fustes más rectos	Cornelius y Masís 1994

## **Resultados de ensayos de procedencias y descendencias**

Los resultados de los ensayos de campo del Proyecto MGF han sido ampliamente presentados y difundidos a niveles nacionales (Boshier y Mesén 1987; Cornelius 1990, 1994); , regionales (Corea 1989; Corea, Cornelius y Mesén 1992; Corea, Mesén y Cornelius 1993a, 1993b; Cornelius, Corea y Hernández 1994; Cornelius y Hernández 1995; Cornelius, Hernández y Apedaile 1994; Cornelius y Masís 1994 1995; Mesén 1990) e internacionales (Boshier, 1984; Byrd 1984; Cornelius, Corea y Mesén 1995; Cornelius, Mesén, Corea y Henson 1995; Salazar y Mesén 1990). Por limitaciones de espacio, no se detallarán estos resultados en el presente artículo. En el Cuadro 7 se resumen algunos resultados de más relevancia general y aplicación inmediata a la escogencia de germoplasma en América Central.

## **Rentabilidad del mejoramiento genético forestal de escala pequeña**

Durante los últimos tres años, el Proyecto MGF ha evolucionado hacia un papel más catalítico que ejecutivo. El apoyo de los donantes internacionales no seguirá para siempre, por lo cual se percibió la necesidad de empezar a capacitar y equipar diferentes grupos involucrados en la reforestación para que puedan ejecutar sus programas de mejoramiento, utilizando como punto de partida los ensayos genéticos y huertos establecidos por el Proyecto MGF dentro de sus zonas de acción. De esta manera, se pretende dar sostenibilidad y, por lo tanto, efecto a largo plazo, a los logros del Proyecto.

Como parte de este proceso, se realizó un análisis financiero del mejoramiento genético forestal de escala pequeña, tomando como ejemplo un programa de mejoramiento de *Gmelina arborea* implementado por el Centro Agrícola Cantonal de Hojanca (Hamilton *et al.* 1995). El programa consiste en un juego de tres ensayos de descendencias y un huerto semillero clonal. Con base en datos recopilados por el Proyecto y en otras fuentes suplementarias, se calculó que el valor presente de los costos del programa fue de aproximadamente \$25.000. Posteriormente, se estimó el área anual de reforestación necesaria para justificar esta inversión, con base en 20 años de producción de semilla, ganancias genéticas de 5%, 10%, 15% y 20% con respecto a productividad de plantaciones sin mejorar, y precios actuales (\$15/m<sup>3</sup>) para madera en pie. Los resultados demostraron que en muchos casos los programas de este tipo se justifican fácilmente en términos financieros: con ganancias genéticas de tan sólo 5%, una tasa anual de plantación de 125 ha justifica la inversión, mientras con ganancias genéticas de 20%, una tasa anual de reforestación de tan sólo 31ha es suficiente para justificar el programa de mejoramiento.

En América Central, el mejoramiento genético forestal ha consistido principalmente en el establecimiento de rodales semilleros como fuentes 'interinas' de semilla, a usarse hasta que esté disponible semilla de mejor calidad. Desafortunadamente, en muchos casos lo interino se ha convertido en algo más permanente, tal vez porque se haya percibido que el mejoramiento de más alto nivel todavía no se justifica. Los resultados del análisis financiero descritos aquí sugieren que esta percepción es errónea: sí se justifica el mejoramiento genético forestal de más alto nivel en América Central.

## Agradecimientos

Los trabajos y experiencias descritos aquí son producto del esfuerzo de muchas personas, incluyendo los líderes del Proyecto (Dr. William Dyson (1977-79), Dr. David Boshier (1979-1988), Dr. Francisco Mesén (1988-1993)), así como el otro personal, pasado y presente, del Proyecto (Víctor Alvarado, Len Apedaile, Oldemar Baeza, Vanessa Bainbridge, Lilliana Barboza, Gerardo Barquero, Angus Brodie, Venancio Campos, Carlos Castro, Leslie Chandler, Eugenio Corea, Clare Hamilton, John Hellin, Michael Henson, Marvin Hernández, José Masís, Marcos Masís, José-Angel Quirós, Luis Sánchez, Manuel Sojo, y otros). También se agradece el apoyo financiero de los gobiernos británico, estadounidense, noruego, y suizo. Actualmente el Proyecto MGF es financiado por la Administración Británica para el Desarrollo en Ultramar (ODA) y la Unión Europea.

## Literatura Citada

- COREA, E. 1989. Evaluación de un ensayo de procedencias de *Pinus oocarpa* - *P. patula* spp. *tecunumanii* en cuatro sitios de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Sistema de Estudios de Posgrado Universidad de Costa Rica- CATIE, Turrialba, Costa Rica, 179 pp.
- COREA A., E.A.; CORNELIUS, J.P.; MESÉN, J.F. 1992. Resultados del Proyecto Mejoramiento Genético Forestal del CATIE, sus aplicaciones y resultados esperados. in Proceedings, II Congreso Forestal Nacional, 25-27 Nov. 1992, San José, Costa Rica. Pp 4-6.
- COREA, E, MESÉN, J.F. y CORNELIUS, J.P. 1992. El Proyecto Mejoramiento Genético Forestal del CATIE y su papel en la región centroamericana. El Chasqui No.28:19-24.
- \_\_\_\_\_; MESÉN J.F. y CORNELIUS, J.P. 1993a. El proyecto Mejoramiento Genético Forestal del CATIE. in Proceedings, II Central American Convention on Forest Seed, Siguatepeque, Honduras, 1-7 March, 1992. Pp 25-31
- \_\_\_\_\_; MESÉN J.F. y CORNELIUS, J.P. 1993b. *Pinus tecunumanii*, una alternativa para la reforestación en suelos tropicales degradados. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 7: 3-5.
- CORNELIUS, J.P. 1990. Procuran avance genético forestal. Periódico La Nación (Costa Rica). Suplemento Agropecuario.
- \_\_\_\_\_. 1994a. Heritabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Canadian Journal of Forest Research*, 24: 372-379.
- \_\_\_\_\_. 1994b. The effectiveness of plus-tree selection for yield. *Forest Ecology and Management* 67: 22-34.
- \_\_\_\_\_. 1994c. Variación genética en crecimiento y rectitud del fuste en *Gmelina arborea* en Costa Rica. In Proceedings, II Costa Rican National Forest Research Workshop, La Pacífica, Cañas, Costa Rica, 14-16 December 1994.
- \_\_\_\_\_. 1995. Mejoramiento genético forestal para finqueros pequeños y medianos. II. Necesidades actuales y futuras en América Central.
- \_\_\_\_\_; APEDAILE, L.; MESÉN, J.F. 1995. Provenance and family variation in height and diameter growth of *Cupressus lusitanica* Mill. at 28 months in Costa Rica. (En prensa).
- \_\_\_\_\_, y BAEZA, O. 1995. Familias superiores de *Cupressus lusitanica*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 11:7-10.
- \_\_\_\_\_; COREA, E.A. y HERNÁNDEZ, M. 1994. Avances en el mejoramiento genético de *Eucalyptus deglupta*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 8: 9-11.
- \_\_\_\_\_; COREA, E.A.; y MESÉN, J.F. 1995. Additive genetic variation in height growth and leaf colour of *Eucalyptus deglupta* at ages up to 16 months in Costa Rica. *Forest Ecology and Management* (en prensa).



- 
- \_\_\_\_\_; HERNÁNDEZ, M. 1995. Variación genética en crecimiento y rectitud del fuste en *Gmelina arborea* en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 10:9-13.
- \_\_\_\_\_; HERNÁNDEZ, M. y APEDAILE, L. 1994. Nueva información sobre procedencias de *Pinus tecunumanii*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 9: 4-6.
- \_\_\_\_\_ y MASÍS, J.A. 1994. Avances en el mejoramiento genético de *Vochysia guatemalensis*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 9:11-15.
- \_\_\_\_\_, y MASÍS, J.A. 1995. Los riesgos del traslado de semilla forestal: el caso de *Alnus acuminata*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 10:13-15.
- \_\_\_\_\_; MESÉN, J.F.; COREA, E.A. y HENSON, M. 1995. Provenance and family variation in growth and form traits of *Alnus acuminata* Kunth at ages up to 34 months in Costa Rica.
- CROCKFORD, K.J.; DUNSDON, A.L.; BIRKS, J.S. y BARNES, R.D. 1990. Provenance performance y genetic parameter estimates for *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Pp.45-69. In Crockford, K.J. 1990. Final report, Evaluation of tropical pine provenance y progeny tests, ODA Research Scheme R4346. Oxford Forestry Institute, Inglaterra, 136pp.
- HAMILTON, C.; CHANDLER, L.; BRODIE, A. y CORNELIUS, J.P. 1995. A financial analysis of a *Gmelina arborea* improvement programme in Hojanca, Costa Rica.
- MESÉN, J.F. 1990. Resultados de ensayos de procedencias en Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico N° 146. 42 pp.
- SALAZAR, R; MESÉN, J.F. 1990. Provenance analysis of *Acacia mangium* in Costa Rica. Presented at the IXth Forestry World Congress, Montreal, Canada, August 5-19, 1990.
- VALERIO, J. 1986. Evaluación de nueve procedencias de *Gmelina arborea* Roxb. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R. UCR/CATIE, 92p.

---

## **Mejoramiento genético forestal para finqueros pequeños y medianos. II. Necesidades actuales y futuras en América Central**

*Jonathan Cornelius\**

**Se señalan vacíos y necesidades en el mejoramiento genético forestal en América Central, incluyendo la urgencia de aumentar el número de especies a mejorar; de extender el mejoramiento a zonas y países donde actualmente la actividad es poca; la falta de personal calificado a todos niveles; el poco conocimiento científico sobre muchas especies; la erosión continua de las bases genéticas de muchas especies; la importancia de utilizar a los productos de la investigación; la necesidad de implementar programas estables y realistas de largo plazo en lugar de depender excesivamente en proyectos a corto plazo.**

### **Introducción**

Hace apenas 10 años, la actividad de mejoramiento genético forestal en América Central era escasa. Hoy día, aunque la actividad todavía es poca, cada año hay más actividades y proyectos, mientras los profesionales forestales demuestran cada vez más interés y preocupación por el buen manejo de los recursos genéticos forestales de sus países y de la región. Por lo tanto, pareciera oportuno señalar algunas deficiencias y vacíos cuya corrección podría aumentar la contribución del mejoramiento genético forestal al desarrollo forestal en América Central.

A continuación, se considera brevemente el estado actual del mejoramiento genético forestal en la región. Se analizarán factores que afectan la eficiencia y éxito de tales actividades, con referencia a los recursos humanos/técnicos y genéticos, el conocimiento científico, la divulgación y uso de los productos de la investigación y, finalmente, el marco conceptual/estratégico dentro del cual se practica el mejoramiento genético forestal.

### **Mejoramiento genético forestal en América Central: estado actual y necesidad de nuevas actividades**

Es sorprendente la cantidad de actividades en marcha, particularmente en cuanto a la diversidad y cantidad de especies, a la vez hay ciertos vacíos obvios (Cuadros 1 y 2). En tres de los países (El Salvador, Guatemala, Panamá) casi no hay mejoramiento más allá de la etapa de ensayos de procedencias. Es importante destacar que, en Costa Rica y, particularmente, Honduras y Nicaragua, el trabajo de mejoramiento de muchas especies se ha limitado a ciertas zonas de cada país. En otras zonas, para la mayoría de las especies, el estado de avance es parecido al de El Salvador, Guatemala y Panamá. Es importante notar la ausencia casi total de investigación de procedencias de especies nativas.

En las condiciones centroamericanas, el mejoramiento genético forestal es justificable en términos financieros con tasas anuales de reforestación bastantes bajas (Cornelius 1996; Hamilton *et*

---

\* Administración Británica para el Desarrollo en Ultramar, CATIE, Turrialba, Costa

al 1995). Por lo tanto, y con base en los evidentes vacíos existentes, se podría concluir que la necesidad más elemental en mejoramiento genético forestal en esta región, es aumentar la cantidad, tanto a nivel de zona (dentro de país) como a nivel nacional, hasta que haya programas de mejoramiento para las especies principales en todos los países y zonas donde son de importancia. Lógicamente, el tipo de actividad - ensayos de procedencias, o actividades más avanzadas - variaría según las circunstancias.

**Cuadro 1.** Mejoramiento genético forestal en América Central 1969-1996: una historia resumida y parcial.

Año	Institución	País	Actividades
1968	CATIE	Costa Rica	Primer ensayo de procedencias
1977	CATIE / ODA	Costa Rica	Proyecto Mejoramiento Genético Forestal inicia actividades (ensayos de procedencias, progenies, huertos semilleros, propagación vegetativa (1991-1996) y selección clonal (1994-1996))
1978	ESNACIFOR	Honduras	Proyecto de Mejoramiento Genético de <i>Pinus</i> . Establecimiento de ensayos de procedencias. Descontinuado c.1982.
1981	CATIE / Organismos nacionales	Todos	Inicia Proyecto Leña (1981-85); después Madeleña (1986-1996). Ensayos de procedencias y rodales semilleros.
1983	MARENA / DANIDA	Nicaragua	Formación de CMG-BSF (Centro de Mejoramiento Genético-Banco de Semillas Forestales). Ensayos de procedencias, huertos semilleros (1992-1996)
1986	COHDEFOR / ODA	Honduras	Inicia Proyecto Conservación y Silvicultura de Recursos Forestales Hondureños (CONSEFORH). Huertos semilleros.
1989	CATIE	Costa Rica	Aumento en escala y cantidad de actividades del Proyecto MGF (apoyo adicional noruego y estadounidense)
1990	CATIE	Todos	Primer Curso Corto sobre Mejoramiento Genético Forestal (en 1995, quinto curso)
1990	Ston Forestal S.A.	Costa Rica	Inicia mejoramiento de <i>Gmelina arborea</i>
¿1991?	Los Nacientes	Costa Rica	Inicia mejoramiento de <i>Gmelina arborea</i>
1992	Reforestadora Simpson S.A.	Guatemala	Inicia mejoramiento de <i>Gmelina arborea</i>
1992	MARENA / DANIDA	Nicaragua	Se inauguran instalaciones del CMG con extensivos campos experimentales
1993	CATIE / DANIDA	Todos	Inicia actividades Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR). Rodales semilleros y sistemas de certificación de semilla
1993	OET / ITCR	Costa Rica	Inicia Proyecto Reforestación con especies nativas de la zona sur (ensayos de procedencias)
1995	MARENA / DANIDA	Nicaragua	Se publica "Estrategia integrada para el suministro de semillas forestales, mejoramiento genético y conservación"

**Cuadro 2.** Matriz (especie-país) de actividades de mejoramiento genético forestal en América Central, a 1995<sup>1</sup>

Actividad <sup>2</sup>	Costa Rica	El Salvador	Guatemala	Honduras	Nicaragua	Panamá
<i>Acacia mangium</i>	P	P	P	P		P
<i>Albizia guachepele</i>	D			D HN		
<i>Albizia saman</i>				HN		
<i>Alnus acuminata</i>	P D HN					
<i>Azadirachta indica</i>					P D	
<i>Bombacopsis quinata</i>	D HN			D H	D	HN
<i>Calophyllum brasiliense</i>						
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	P					
<i>C. equisetifolia</i>	P		P			
<i>Cedrela odorata</i>	P D				D	
<i>Cordia alliodora</i>	P D HN C			D HN		
<i>Cupressus lusitanica</i>	P D					
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>				D HN		
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	P	P	P	P D H	D	P
<i>Eucalyptus citriodora</i>				D H		
<i>Eucalyptus deglupta</i>	D					
<i>Eucalyptus grandis</i>	D	P		D H		
<i>Eucalyptus saligna</i>	P	P				
<i>Eucalyptus tereticornis</i>		P	P	D H		P
<i>Gliricidia sepium</i>	P	P	P	P D H		
<i>Gmelina arborea</i>	P D HN H C		P C	P		
<i>Guazuma ulmifolia</i>	P		P			
<i>Hieronyma oblonga</i>	P D					
<i>Hymenea courbaril</i>				D HN		
<i>Leucaena leucephala</i>				P		P
<i>Leucaena salvadorensis</i>				D H	D	
<i>Pinus caribaea var. hondurensis</i>	P D		P	D HN		
<i>Pinus oocarpa</i>	P D					
<i>Pinus patula</i> spp. <i>tecunumanii</i>	P D HN					
<i>Swietenia humilis</i>	D HN			D HN		
<i>Swietenia macrophylla</i>	P D					
<i>Tectona grandis</i>					P	
<i>Terminalia amazonia</i>	P D					
<i>Vochysia ferruginea</i>	P					
<i>Vochysia guatemalensis</i>	D HN C					

1/ Más de 300 rodales semilleros de diferentes categorías en América Central se listan en el Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 11, por lo cual no se incluyen rodales semilleros en el cuadro; 2/ P=ensayos de procedencias, excluyendo ensayos con menos de 5 procedencias; D=ensayos de descendencias; HN = huertos semillero, no en producción; H = huerto semillero en producción; C = ensayos clonales

---

## Recursos humanos/técnicos

En América Central, existen evidentes deficiencias, a todos niveles, en cuanto a la cantidad de personas capacitadas en diferentes aspectos del mejoramiento genético forestal. La deficiencia más "visible" es a nivel científico: el número de centroamericanos especializados (MS/ Ph.D.) en el campo es menos de diez, una fracción muy baja del número total de postgraduados forestales en América Central. Sin embargo, existen deficiencias también a nivel de los profesionales no especializados (ingenieros forestales, dasónomos) y también a nivel del personal asistente (ej. técnico medio forestal). Para aplicar los resultados del mejoramiento, y para participar en los programas de mejoramiento, estas personas necesitan un nivel de preparación básica en el mejoramiento genético forestal que actualmente no están proporcionado adecuadamente los diferentes instituciones educativas de la región. Esta situación podría ser corregida no solamente a través de cambios en el programa de enseñanza, sino también mediante cursos de capacitación.

## Recursos Genéticos

*Especies exóticas.* La falta de una base genética adecuadamente amplia ha sido limitante en el mejoramiento genético de por lo menos dos especies exóticas (por esta razón, en 1989 el Proyecto MGF del CATIE decidió no iniciar actividades de mejoramiento con teca y mangium). En otros casos, mientras la base genética actual en determinado país puede ser adecuada en términos de diversidad genética, el mejoramiento (en el sentido de selección dentro de procedencia) no se justifica, debido a dudas sobre la calidad del material local (ej. diferentes especies de *Eucalyptus* en El Salvador). En ambos casos, la solución es la importación de material nuevo. Las instituciones internacionales deberían desempeñar un papel importante en este proceso. Hasta cierto punto, el problema podría resolverse a nivel regional. Por ejemplo, en Honduras y Nicaragua hay material de las mejores procedencias de especies como *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, el cual, dependiendo de políticas nacionales, se puede compartir con países vecinos.

*Especies nativas.* La base genética de muchas especies nativas está amenazada, principalmente por la deforestación, la cual puede causar la pérdida total de poblaciones, o directamente y de inmediato, o, a lo largo de varias generaciones, a causa de la fragmentación forestal (Young 1995). Como ilustración, se mencionan las siguientes poblaciones amenazadas o ya desaparecidas: *Abies guatemalensis* en Totonicapán, Huehuetenango, Guatemala (com. pers., Luis Fernando Jara, CATIE); *Bombacopsis quinata* en el sector del pacífico de Nicaragua; *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Isla de Roatán, Honduras; *Swietenia macrophylla* (del atlántico) en Costa Rica. La conservación genética *in situ* de tales poblaciones no es inconsistente con su explotación; sin embargo, todavía falta la información científica básica para poder diseñar estrategias efectivas para lograr este fin, así como la voluntad política de ponerlas en práctica.

## El conocimiento científico

Ni la conservación genética *in situ*, ni el mejoramiento genético, puede practicarse con plena eficiencia si se desconoce la información científica básica. Por ejemplo, Boshier (1995) demostró que, dentro de poblaciones de laurel, debido al mecanismo de incompatibilidad, existe una

---

probabilidad de 50% que dos árboles sean reproductivamente incompatibles. Similarmente, Flores (1993) sugiere que *Vochysia guatemalensis* es una especie predominantemente autógama. La información básica de este tipo no existe para la mayoría de las especies de interés, particularmente las especies nativas. Dada su importancia práctica, se debe reconocer - y no solo con palabras - el gran valor de estudios de biología reproductiva y genética de poblaciones.

### **Uso de los productos de la investigación**

La investigación, por excelente que sea, es inútil si no se aprovechan sus resultados. Desafortunadamente, muy comunmente los resultados de la investigación en el mejoramiento genético forestal en América Central no se han aprovechado a plenitud. Entre las razones más comunes de esta situación están las siguientes:

- a veces, los investigadores no publican los resultados;
- se publican los resultados, pero la semilla mejorada no está disponible (no tiene mucho sentido establecer un ensayo de procedencias de un especie exótica si no se establecen mecanismos para la importación posterior de la mejor procedencia);
- se publican los resultados en un medio accesible, pero no son utilizados, (ej. exceso de información, tal que es difícil mantenerse al tanto de todo; escepticismo o falta de interés y motivación profesional);

Todos estos casos se dan con regularidad. En los primeros dos casos, la solución es evidente. En el tercer caso, la mejor solución es complementar la información impresa con días de campo basadas sobre parcelas demostrativas (germoplasma mejorado vs. germoplasma inferior o regular), las cuales pueden convencer a los más escépticos y motivar a los menos interesados en consultar información escrita.

Un enfoque alternativo o complementario a la divulgación de información (sobre semilla mejorada) es concentrar esfuerzos más en la divulgación de la semilla en sí. En muchos casos, es posible introducir semilla mejorada al sistema actual de distribución sin que esto sea decisión explícita de los reforestadores. Por ejemplo, la semilla de los huertos semilleros de melina establecidos por el Proyecto MGF del CATIE en diferentes partes de Costa Rica será vendida por los propietarios de los huertos (los cuales se encuentran en fincas privadas) a viveristas comerciales o bien utilizada para hacer viveros propios. De esta manera, la semilla mejorada entrará "automáticamente" en uso.

### **El marco conceptual: la necesidad de estrategias realistas de largo plazo**

Mientras que, en los mejores programas de mejoramiento genético forestal a nivel mundial, las actividades inmediatas (ej. establecimiento de huertos semilleros, etc.) se realizan dentro del marco de una estrategia de mejoramiento de largo plazo, la mayoría de las acciones han sido actividades esencialmente puntuales, ejecutadas en forma independiente y hasta *ad hoc*, es decir sin referencia a una estrategia de largo plazo (Cuadro 2). Probablemente, esta situación se ha dado por

---

dos razones principales: la percepción de que el mejoramiento genético forestal de largo plazo no es factible en la región, y el hecho que las actividades de mejoramiento genético han sido ejecutadas en su mayoría por proyectos limitados a 3-10 años, cuyo personal además comparte dicha percepción. Como consecuencia de esta deficiencia, casi no existen en América Central **programas** de mejoramiento, sino únicamente **proyectos** de mejoramiento, una situación anómala para una actividad esencialmente continua y de largo plazo.

La idea de que el mejoramiento genético forestal de largo plazo no es factible en la región se debe más que todo a una percepción de que esta actividad es costosa y sofisticada. En realidad, lo que caracteriza el mejoramiento genético de largo plazo es sobre todo la estructuración de la población de mejoramiento; la selección en sí puede proceder con cualquier combinación de selección genotípica (es decir con base en ensayos) o fenotípica, y sin o con la realización de cruces controlados. Las técnicas usadas deben obedecer a las capacidades de las organizaciones involucradas. Inevitablemente, los árboles de hoy son los progenitores de la próxima generación, y así *ad infinitum*. Es necesario decidir si el traspaso de una generación a otra seguirá siendo un proceso caótico y no manejado, o si sería mejor dirigir y aprovechar el proceso a través del mejoramiento genético forestal de largo plazo, para que con cada generación el germplasma disponible sea de calidad. Es decir, hay que decidir si es preferible tener programas (o sea de largo plazo) de mejoramiento, o seguir con la situación actual de proyectos limitados, interrumpidos por períodos de estancamiento. Suponiendo que lo anterior es la opción preferida, se describen tres características que debe reunir un programa de mejoramiento exitoso.

### **Características de un programa sostenible a largo plazo.**

**1. Objetivos claros y explícitos.** Si un programa se considera como un grupo y secuencia de acciones conducentes a un fin determinado, entonces por su naturaleza debe tener objetivos claros y explícitos. Se trata, esencialmente, de especificar cuales especies y características se mejorarán, para cuales zonas y con cuales técnicas.

**2. Realismo.** Si se quiere asegurar el progreso continuo a largo plazo, los programas deben ser realistas, lo que significa principalmente que deben ser factibles aún en condiciones presupuestarias difíciles. Sobre todo, el realismo implica la flexibilidad y conciencia de la existencia de opciones de bajo costo de mejoramiento. El único requisito para lograr algún progreso (la "domesticación lenta de variedades plantacionales" descrita por Libby (1973)) es el control sobre movimiento de semilla entre diferentes zonas de plantación.

**3. Independencia.** En gran medida, la independencia es posibilitada por el realismo y el tener objetivos claros y explícitos. En un programa independiente, si se logran atraer fondos externos adicionales, éstos se utilizan para lograr más rápidamente los objetivos del programa, en lugar de simplemente ejecutar otro proyecto cortoplacista cuyos objetivos pueden o no, corresponder exactamente a los del programa, y ser cambiados en cualquier momento por decisión del donante.

En América Central, el punto de partida para el mejoramiento de muchas especies debería ser el rodal semillero, pero no en el sentido de una solución temporal, como siempre se ha insistido. En muchos casos, la etapa posterior al rodal semillero actual debería ser no el huerto semillero, sino el

---

rodal semillero de segunda generación; es preferible implementar ya programas de mejoramiento que sean factibles en la actualidad, en lugar de esperar 10 o 15 años (o para siempre) por fondos que tal vez nunca lleguen.

## Conclusiones

El mejoramiento genético forestal en América Central ha avanzado en las últimas dos décadas. Sin embargo, persisten deficiencias y necesidades muy grandes. Para muchas especies y en diversas partes, hace falta iniciar actividades nuevas. Sin embargo, entre los impedimentos a tal expansión están la falta de personal calificado a todos niveles, el poco conocimiento científico sobre diversas especies y la erosión continua de las bases genéticas de muchas especies. Es importante enfatizar que, antes de iniciar nuevas actividades, es necesario aprovechar a plenitud las actividades ya realizadas. Finalmente, para lograr un mejoramiento sostenible a largo plazo, se necesita reorientar las actividades de mejoramiento para que reflejen mejor las capacidades de las instituciones involucradas, lo cual implica un cambio sustancial en énfasis; específicamente, menos dependencia en y dominancia por proyectos de corto plazo.

## Literatura Citada

- BOSHIER, D.H. 1995. Population genetics of *Cordia alliodora* (Boraginaceae), a neotropical tree. 3. Gene flow, neighbourhood and population substructure. *Amer. J. Bot.* 82(4): 484-490.
- CORNELIUS, J.P. 1996. Mejoramiento Genético Forestal para finqueros pequeños y medianos en América Central: resultados y experiencias de 17 años de investigación en Costa Rica. Turrialba, CATIE (en prensa).
- FLORES, E.M. 1993. Chanco blanco (white yeneri). *Arboles y Semillas del Neotrópico (Costa Rica)* 2 (2): 1-27.
- HAMILTON, C.; CHANDLER, L.; BRODIE, A.; CORNELIUS, J.P. 1996. A financial analysis of a small-scale *Gmelina arborea* improvement programme in Costa Rica. (Sin publicar).
- LIBBY, W.J. 1973. Domestication strategies for forest trees. *Can. J. For. Res.* 3: 265-277.
- YOUNG, A. 1995. Forest fragmentation: effects on population genetic processes. *Proceedings, IUFRO XX World Congress 1995 (interdivisional meeting on biodiversity)*, Tampere, Finland.



---

# El muestreo de poblaciones y los estudios de diversidad como base para la conservación y el mejoramiento genético forestal

Carlos Navarro\*; Jonathan Cornelius\*\*; Amanda Gillies\*\*\*

La caoba (*Swietenia macrophylla*), se encuentra amenazada por la indiscriminada explotación. Es nativa desde el sur de México en la costa Atlántica hasta Costa Rica, Panamá, el noroeste de América del Sur, la periferia superior de la Amazonia hasta Bolivia y la parte sur de la Amazonia en Brasil. Un muestreo de poblaciones servirá de base para el mejoramiento de la calidad futura de la semilla, mediante: 1) un inventario sistemático y la caracterización de los recursos genéticos de caoba en América Central; 2) la determinación de los efectos de la corta selectiva y la fragmentación de los bosques en la diversidad genética de caoba y 3) la identificación de las poblaciones de caoba con valor para la conservación y el mejoramiento genético. Para muestrear dentro de la población se utilizó, las reglas utilizadas por FAO 1969.

## Introducción

El presente trabajo muestra la metodología y los resultados preliminares de un estudio del Proyecto Evaluación de la Diversidad Genética de Especies Tropicales de importancia económica y ecológica en América Central y el Caribe. Implicaciones para la conservación, el uso sostenible y el manejo. El presente proyecto inició su trabajo con la caoba, dada su importancia a nivel centroamericano. La caoba (*Swietenia macrophylla*), es una de las maderas más finas del mundo, debido a su trabajabilidad, fortaleza y belleza desde hace ya varios se encuentra amenazada por la indiscriminada explotación. *S. macrophylla*, es nativa desde el sur de México en la Costa Atlántica hasta Costa Rica, Panamá, el noroeste de América del Sur, la periferia superior de la Amazonia hasta Bolivia y la parte sur de la Amazonia en Brasil.

Además de la importancia de la conservación de la especie, esta reúne especial interés para pequeños y medianos agricultores que se interesan en su plantación aún a pesar de los ataques que sufre por el barrenador *Hypsipylla grandella*.

El Proyecto Diversidad Genética de caoba, en un esfuerzo por conocer y conservar la diversidad genética de la especie, realiza un muestreo de poblaciones que servirá de base para el mejoramiento de la calidad futura de la semilla. Esto será logrado a través de: un inventario sistemático y la caracterización de los recursos genéticos de caoba en toda América Central; determinación de los efectos de la corta selectiva y la fragmentación de los bosques en la diversidad genética y la identificación de las poblaciones con valor para la conservación y el mejoramiento genético.

Es de suma importancia la obtención de información básica en este tipo de trabajos para la toma de decisiones en manejo y conservación de los recursos arbóreos, esta incluye además, los

---

\* Proyecto Diversidad Genética de Caoba, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

\*\* Administración Británica para el Desarrollo en Ultramar, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\*\* Instituto de Ecología Terrestre, Penuicuik, Escocia

---

estudios sobre fisiología de la floración y fructificación, interacciones planta-polinizador, sistemas sexuales y de apareamiento a nivel de especies individuales y del ecosistema.

Para la conservación y los propósitos de manejo a largo plazo, es imperativo comenzar a obtener datos sobre la organización espacial de la variabilidad genética tanto a escala local, como regional. Los esfuerzos de conservación de la Diversidad Genética permanecerán vacíos hasta que entendamos cómo la diversidad que se desea conservar está distribuida en el espacio. En particular, se necesita conocer las consecuencias de la fragmentación de los bosques y la reducción en el tamaño de la población sobre la distribución de la variabilidad genética. Además, es una necesidad determinar la relación entre la diversidad genética y el valor adaptativo, es decir, el estudio de la diversidad genética a través de marcadores moleculares como RAPD deben ser ligados con estudio de la variación morfológica en aquellos rasgos cuantitativos que influyen en forma directa sobre el valor adaptativo de las especies.

### **Revisión de literatura**

El uso de la variación geográfica es el primer paso en mejoramiento cuando se trata de ensamblar una población base para futuras generaciones de selección, cruzamiento y mejoramiento genético. El concepto de procedencia implica que los patrones de variación están asociados fuertemente con las condiciones ecológicas en las cuales las poblaciones evolucionaron (Turnbull y Griffin 1986). El reconocimiento de tales patrones de variación es hecho a través de estudios genecológicos, principalmente de variación genética. Green (1971) utilizó una cuadrícula de un grado (110 km) sobre el mapa de la distribución natural de la especie. Las localidades fueron visitadas y los sitios finales de colección fueron ajustados de acuerdo con la abundancia de semilla, poco impacto humano a los rodales y conveniencia de acceso.

Gillies (1995) desarrolló marcadores para cuantificar el nivel de variación genética dentro y entre las poblaciones de *Cedrela odorata* L., se utilizó RAPD para evaluar la diversidad en sus poblaciones, y el efecto de la corta selectiva sobre la base genética de estas poblaciones naturales. Las poblaciones colectadas en la costa pacífica de Costa Rica reflejan perfiles distintos de aquellos individuos colectados en la costa caribeña, y los individuos del caribe de Costa Rica, difieren de los de otros países de Centro y Sur América incluidos en el análisis. Una explicación aparente podría ser la presión por selección en las áreas muy húmedas, de adaptarse a un medio con una alta humedad durante todo el año y a la competencia con vegetación de bosque muy húmedo y pluvial que posee una alta agresividad y crecimientos en altura y diámetro considerablemente mayores a otras áreas más secas. Las frecuencias fenotípicas con cada uno de los 15 primeros aleatorios fueron calculados y usados para estimar los niveles de diversidad genética dentro de cada población usando el índice de Diversidad de Shannon. Los iniciadores ("primers") detectaron diferentes niveles de diversidad dentro de las poblaciones, por ejemplo al indicador OPB-01, dió un índice de 0.91 para la población de Upala, mientras el OPB-02 dió un índice de 2.51 para la misma población.

El índice de diversidad de Shannon fue utilizado para particionar la diversidad dentro y entre las poblaciones, los resultados varían de acuerdo al iniciador, sin embargo todos los iniciadores indican que hay más variación entre las poblaciones que dentro de las poblaciones, siendo esta en promedio del 60.4% y 39.6% para la diversidad dentro de las poblaciones. Estos resultados

contrastan con los de Hamrick (1992), que indican que los taxa de plantas perennes, leñosas y alogámicas tales como *C. odorata*, deben mostrar mayor diversidad dentro, que entre las poblaciones. Sin embargo la mayoría de la diversidad detectada puede ser explicada por la considerable diferencia entre poblaciones en el Caribe y el Pacífico de Costa Rica. Los resultados pueden ser ya usados para considerar estrategias de conservación para *C. odorata*. Estas colecciones deben ser hechas de poblaciones tanto del pacífico como del Atlántico, en áreas húmedas y secas, para representar el rango total de la diversidad presente.

## **Metodología**

El trabajo de recolección de muestras se realiza tomado como base poblaciones de 2.5 km de radio, considerando no solo la distancia de distribución de la semilla, sino también la distribución de polen en la población, la cual es superior. Como población se definió aquellos individuos que tienen probabilidad alta de intercambiar polen y se toma un círculo mínimo de 2.5 km de radio.

Para conocer la variabilidad dentro de las poblaciones se toman muestras de hojas siguiendo las recomendaciones de Chase y Hills (1965), se utiliza silica gel y se toman alrededor de 50 individuos por población con distancias mínimas aproximadas de 100 m. Para la recolección de semillas se seleccionan 25 árboles por población de las cuales es necesario producir al menos 20 plántulas por árbol para realizar un análisis de isoenzimas. Estas semillas se tomarán de al menos 20 cápsulas distribuidas en diferentes partes del árbol, con el fin de tomar la mayor variación y aporte de gametos masculinos que fertilizaron dicho árbol. En total, considerando otras necesidades de semillas para otros ensayos de campo se recogen 500 semillas por árbol.

Con el fin de contar con material para comprobación de laboratorio y especímenes de campo, el proyecto tomará un espécimen por cada árbol seleccionado para la recolección de semillas y un total de 5 duplicados por población, los cuales serán enviados a herbarios interesados en la especie.

## **Resultados**

Con base en la metodología expuesta se ha desarrollado la siguiente estructura de muestreo por zonas cubriendo las siguientes áreas geográficas.

1. Yucatán: Petén, Belice, Quintana Roo
2. Central: Honduras, Nicaragua y zona norte de Costa Rica
3. Guanacaste
4. Panamá

Dentro de cada área se muestren poblaciones: **A)** Con poca separación geográfica (<5 km) y en condiciones ambientales parecidas. **B)** Poblaciones más aisladas mutuamente (>15 km) pero en condiciones ambientales parecidas (meses secos, precipitación media anual, no más que 50 m de diferencia en altitud sobre el nivel del mar, suelo, etc.). **C)** Poblaciones con poca separación geográfica (<5 km), pero en condiciones ambientales (suelo o altitud distintas); **D)** Igual que B, pero en condiciones ambientales distintas.

---

Se probarán las siguientes hipótesis:

1. Hay más diferenciación genética entre poblaciones A vs B que A vs. A.
2. Hay más diferenciación genética entre poblaciones A vs. C que A vs. A.
3. Hay más diferenciación genética entre poblaciones A vs. D que A vs. A.
4. Hay más diferenciación genética entre poblaciones pequeñas que entre poblaciones grandes.
5. Hay menos variación genética dentro de poblaciones pequeñas que entre poblaciones grandes.
6. Hay menos variación genética dentro de poblaciones con una historia larga de aprovechamiento que dentro de poblaciones relativamente no intervenidas.
7. Existen alelos fuera de las áreas protegidas que no están presentes en poblaciones dentro de las áreas protegidas.
8. No hay diferencias genéticas entre árboles plus y árboles no superiores morfológicamente.

Se ha encontrado una gran variación morfológica dentro y entre las poblaciones hasta ahora estudiadas, principalmente en aquellas de áreas inundables en comparación con las de zonas húmedas no inundables y zonas de ladera. Las poblaciones encontradas en las zonas de suelos arcillosos y con un período de inundación superior a los tres meses por año, presentan fustes pequeños poco gruesos y fuertemente bifurcados con una copa rala que se divide y concentra hacia los lados, permaneciendo sin copa en la parte superior o apical. En esta condición la caoba es la especie de mayor tamaño y presenta una mayor cantidad de individuos por hectárea en comparación con otros sitios de ladera o de mejor humedad. Los fustes y diámetros mayores se han encontrado en las zonas más húmedas de ladera en el Departamento de Colón, Panamá, con suelos francos y pendientes de hasta el 100% donde la caoba comparte su dominancia con otras especies como *Calophyllum brasiliense*, *Virola sp* y otras.

## Conclusiones

Los resultados de muestreo y la variación morfológica que en forma preliminar se muestran, permiten suponer que es necesaria la utilización de diferentes procedencias de semilla, dependiendo de las condiciones en donde se vayan a realizar las repoblaciones, pero es necesario determinar las tasas de crecimiento de cada una de estas procedencias y progenies en distintos lugares de plantación, por lo que los ensayos con las semillas recolectadas darán información importante sobre la especie.

---

## Literatura citada

- BOSHIERT, D. 1995. Population Genetics of *Cordia alliodora* (Boraginaceae), a neotropical tree. 2 Mating system. American Journal of Botany 82(4): 476-483.
- \_\_\_\_\_. Population Genetics of *Cordia alliodora* (Boraginaceae), a neotropical tree. 3. Gene flow, neighborhood and population substructure. American Journal of Botany 82: 484-490.
- CHASE, M. W.; HILLS, H. H. 1991. Silica gel: an ideal material for field preservation of leaf samples for DNA studies. Taxon 40: 2155-2200.
- CORNELIUS, J.; NAVARRO, C. 1995. Diversidad Genética de Caoba. Metodología de campo. Informe interno. CATIE. Turrialba.
- \_\_\_\_\_; PATERSON, R.; NAVARRO, C. 1995. La caoba. Monografía. Revista Forestal Centroamericana (Costa Rica) en prensa.
- FAO. 1969. Report fo the first session of the FAO panel of experts on forest gene resources. Rome, October 1968, FO: FRG/1/Rep. FAO, Rome.
- HAMRICK, J. L.; GODT, M. J. W.; SHERMAN-BROYLES, S. L. 1992. Factors influencing levels of genetic diversity in woody plant species. New Forest. 95-124.
- ITE, CATIE, INRA. 1995. First annual scientific report 1994. 1995. Assesment of Genetic Diversity of Economically and Ecologically Important Tree Species of Central America and the Caribbean: Implications for conservation, sustainable utilization and management. Edimburgh. 34 p.
- GREEN, J. W. 1971. Variation in *Eucalyptus obliqua* l'Hérit. New Phytologist 70: 897-909.
- TURBULL, J. W.; GRIFFIN, A. R. 1986. The concept of provenance and its relationship to intraespecific pp. 157-189classification in forest trees. In Intra-specific classification of wild and cultivated plants (e.d. B. T. Styles), . Oxford, Clarendon Press.

---

## Evaluación y selección de germoplasma de cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq.)Walp) en Tabasco, México

Carlos Ramírez,\* Elvia Sierra\*\*, Jesús Vargas\*

Se estableció un ensayo de procedencias/progenies para evaluar el nivel de variación entre y dentro de poblaciones en el crecimiento en altura, producción de biomasa y arquitectura de las plantas de cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp), y establecer la estrategia de selección para estas características. Se incluyó germoplasma de 77 árboles individuales procedente de nueve localidades colectadas en los estados de Veracruz, Puebla, Oaxaca y Guerrero. Se encontró una variación significativa en el crecimiento, biomasa aérea total y ramificación de las plantas a los 13 meses de edad, tanto entre procedencias como entre familias dentro de procedencias. El crecimiento en altura y la biomasa aérea de la planta presentaron un mayor porcentaje de variación entre procedencias que entre familias, mientras que la ramificación fue al contrario. El período de evaluación, el material de la localidad de Barroso, Ver. presentó un crecimiento promedio en altura y producción de biomasa aérea total 34% y 62% superior, respectivamente, al promedio de las otras localidades. Dentro de las poblaciones, las diferencias promedio en el crecimiento en altura y acunulación de biomasa de las progenies extremas fueron de 24% y 46%, respectivamente.

### Introducción

En las regiones tropicales existen numerosas especies leñosas de uso agroforestal, como el cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp), que tienen un papel importante en la economía regional. *G. sepium* se distribuye en forma natural en el trópico mexicano a altitudes inferiores a los 1500 msnm, desde los estados de Sinaloa y Tamaulipas en la vertiente del Océano Pacífico y el Golfo de México respectivamente, hasta la Península de Yucatán, de donde continúa hasta Panamá (Hughes 1987). En el sur de México, se usa en la agricultura como árbol de sombra en los cultivos de cacao y café; en la ganadería se usa en cercos vivos y sombra del ganado además de su potencial como forrajero. A nivel regional se obtiene también leña y carbón (Llera, 1993). Debido a su rusticidad y a su capacidad de fijar nitrógeno, recientemente se ha empleado en la restauración de la fertilidad en suelos degradados (Sanginga *et al* 1992).

Dado el creciente interés en la domesticación y uso intensivo de esta especie, el Colegio de Postgraduados inició en 1993 un programa de recolección y evaluación de germoplasma de cocoite en el centro y sur de México. En el presente trabajo se analiza la magnitud de variación existente entre y dentro de poblaciones en el crecimiento en altura, producción de biomasa y arquitectura de las plantas hasta los 13 meses de edad en uno de los ensayos de campo.

---

\* Programa Forestal, Colegio Postgraduados, Montecillo, México

\*\* Colegio de Postgraduados, Cárdenas, Tabasco, México

## Características del ensayo

La semilla se sembró en bolsas de polietileno de 25 cm de alto por 10 cm de diámetro. Diez semanas después se realizó la plantación en campo, a un espaciamiento de 0.5 x 3.0 m, con la finalidad de facilitar el control de malezas entre líneas. Se utilizó germoplasma de 77 árboles individuales de *Gliricidia sepium* procedentes de nueve localidades en los estados de Veracruz, Puebla, Oaxaca y Guerrero (Cuadro 1). Desde el momento de la colecta, las vainas de cada árbol se mantuvieron por separado y una vez extraída la semilla, se almacenó a una temperatura de 3°C hasta el momento de la siembra.

El ensayo se estableció en el campo experimental del Colegio de Postgraduados en Cárdenas, Tabasco. Este sitio presenta un clima cálido húmedo con lluvias en verano (Amw), con una temperatura media anual de 26°C y una precipitación promedio de 2800 mm por año. El suelo tiene una textura de migajón arcillo-arenoso.

Se utilizó un diseño experimental de parcelas divididas en bloques completos al azar con cinco repeticiones y cinco plantas por parcela pequeña. Las procedencias se asignaron a las parcelas grandes y las familias (progenie) a las parcelas chicas. A los 5, 7, 9 y 11 meses de edad de la planta (a partir de la germinación) se midió la altura y el número de ramas, y a los 13 meses se midió la altura y el peso fresco aéreo de las plantas. El peso seco de las plantas se estimó con una ecuación de regresión basada en el peso fresco de la planta, obtenida de una muestra de 180 plantas de diferentes tamaños y procedencias del mismo ensayo.

**Cuadro 1.** Localización de las procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Tabasco, México.

Procedencia de México	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (msnm)	Nº de familias
Barroso, Ver.	18° 20´	95° 06´	120	8
Alvarado, Ver	18° 45´	95° 40´	20	10
Boca del Río, Ver.	19° 05´	96° 03´	15	7
Tepetates, Ver.	19° 12´	96° 20´	70	7
Cardel, Ver.	19° 20´	96° 20´	30	7
Palma Sola, Ver.	19° 46´	95° 25´	30	10
Los amates, Pue.	18° 28´	98° 25´	1110	8
San Mateo, Oax.	16° 40´	94° 58´	150	10
San Marcos, Gro.	16° 48´	99° 48´	300	10

El análisis estadístico se realizó de acuerdo al modelo de análisis de varianza (Cuadro 2) empleando el procedimiento GLM del paquete SAS. Con base en la estructura de los cuadrados medios esperados de cada fuente de variación se estimaron los componentes de varianza de procedencias y de familias dentro de procedencias.

## Resultados y discusión

El análisis de varianza mostró la presencia de variación significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre procedencias y entre familias dentro de procedencias en el crecimiento en altura total y producción de biomasa durante el período de estudio. En conjunto, los dos niveles de variación aportaron entre un 12% y un 20% de la variación fenotípica total estimada para estas características (Cuadro 3). En el caso de la altura, sin embargo, la variación entre procedencias fue de 3 a 5 veces mayor que la variación entre familias, mientras que en la producción de biomasa las diferencias entre estos dos niveles de variación fueron menores (Cuadro 3). Kenney (1987) también encontró una mayor variación en el crecimiento entre poblaciones que dentro de ellas en un ensayo clonal de cocoite. La mayor variación encontrada entre poblaciones que entre familias dentro de éstas, puede deberse a diferencias ecotípicas ocasionadas por la adaptación a condiciones ambientales de los sitios de origen, o a efectos de la reducción en el tamaño de las poblaciones por la presión humana y por el uso común de la propagación vegetativa en esta especie, lo que conduce a una mayor uniformidad dentro de las poblaciones y a una mayor diferenciación entre ellas.

**Cuadro 2.** Componentes de los cuadrados medios esperados en el análisis de varianza de las características de crecimiento en el ensayo de *Gliricidia sepium* en Tabasco, México.

Fuente de Var.	G.L.	Cuadrados medios Esperados
Bloques (B)	b-1	$CM_b = \sigma_e^2 + k_1 \sigma_{b*f(p)}^2 + k_2 \sigma_{b*p}^2 + k_3 \sigma_b^2$
Procedencias (P)	p-1	$CM_p = \sigma_e^2 + k_4 \sigma_{b*f(p)}^2 + k_5 \sigma_{b*p}^2 + k_6 \sigma_{f(p)}^2 + k_7 \sigma_p^2$
B*P	(b-1)(p-1)	$CM_{b*p} = \sigma_e^2 + k_8 \sigma_{b*f(p)}^2 + k_9 \sigma_{b*p}^2$
Familias (f)/P	$\sum (f_i - 1)$	$CM_{f(p)} = \sigma_e^2 + k_{10} \sigma_{b*f(p)}^2 + k_{11} \sigma_{f(p)}^2$
B*F/P	$(b-1)\sum(f_i - 1)$	$CM_{e*f(p)} = \sigma_e^2 + k_{12} \sigma_{b*f(p)}^2$
Error	$\sum (n_j - 1)$	$CM_e = \sigma_e^2$

Nota: b= No. de bloques; p= No. de procedencias;  $f_i$ = No. de familias en la i-esima proc.;  $n_j$ = No. de árboles en la j-esima parcela pequeña;  $k_{1-12}$ = Coeficientes estimados de los componentes de varianza;  $\sigma_e^2$  = Varianza dentro de parcelas;  $\sigma_{b*f(p)}^2$ = Varianza entre parcelas;  $\sigma_{b*p}^2$ = Varianza de la interacción bloque por proc.;  $\sigma_b^2$ = Varianza de bloques;  $\sigma_{f(p)}^2$ = Varianza de familias dentro de proc.;  $\sigma_p^2$  = Varianza de procedencias.



A diferencia de las características anteriores, menos del 10% de la variación fenotípica en el número de ramas se presentó entre procedencias y familias; de hecho, entre un 80% y un 90% de la variación en esta característica se concentró entre y dentro de parcelas. A pesar de ello, a los 11 meses de edad se observó una variación significativa en el número de ramas entre procedencias y entre familias, con un porcentaje de variación ligeramente mayor en las familias (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Varianza fenotípica total ( $\sigma^2_T$ ) y componentes de varianza (%) de las características de crecimiento evaluadas a diferentes edades en el ensayo de procedencias/progenies de *Gliricidia sepium*.

Variable	Edad (meses)	$\sigma^2_T$	Componentes de varianza (%)#				
			$\sigma^2_p$	$\sigma^2_{h*p}$	$\sigma^2_{f(p)}$	$\sigma^2_{b*f(p)}$	$\sigma^2_e$
Altura total	5	42.79	16.87**	5.89	5.42**	8.01	63.81
	7	158.36	17.83**	2.03	3.74**	14.97	61.43
	9	245.81	13.15	1.92	4.75**	17.13	63.05
	11	804.01	18.52	9.06	5.11**	19.57	47.74
	13	1469.71	13.70	18.59	2.30	27.19	38.22
Biomasa	13	63133.8	7.52	15.03	4.56	6.93	65.96
Nº ramas	5	1.48	0.25	1.41	0.00	5.62	92.72
	7	1.67	2.20	0.90	0.00	13.24	83.66
	9	7.56	2.89	9.24	1.15	14.11	72.61
	11	6.01	4.68	2.15	5.34**	8.99	78.84

# El significado de los componentes de varianza se describe en el Cuadro 2;  
\* Significativo con  $p \leq 0.05$ ; \*\* Significativo con  $p \leq 0.01$ .

A los 13 meses de edad, las plantas de cocoite en el ensayo alcanzaron una altura promedio de 124 cm, con una biomasa de 367 g (Cuadro 4). En otros estudios se han mencionado crecimientos en cocoite que varían de 120 a 250 cm de altura a edades menores (Foroughbakhch *et al.* 1987; CATIE 1991; Llera 1993). Sin embargo, el establecimiento de la plantación en este estudio se realizó durante la época de mayor estiaje en el año, lo que pudo haber reducido su crecimiento inicial. A pesar de ello, se encontró una amplia variación en el crecimiento entre procedencias. La procedencia de Barroso, Ver. presentó un crecimiento en altura (158 cm) y acumulación de biomasa (551 g) 34% y 62% superiores al promedio alcanzado por las otras procedencias. En el otro extremo, el material de Los Amates, Pue. presentó el menor crecimiento (88 cm y 197 g), con valores que representan el 56% y el 36%, respectivamente de los observados en la procedencia de Barroso, Ver.

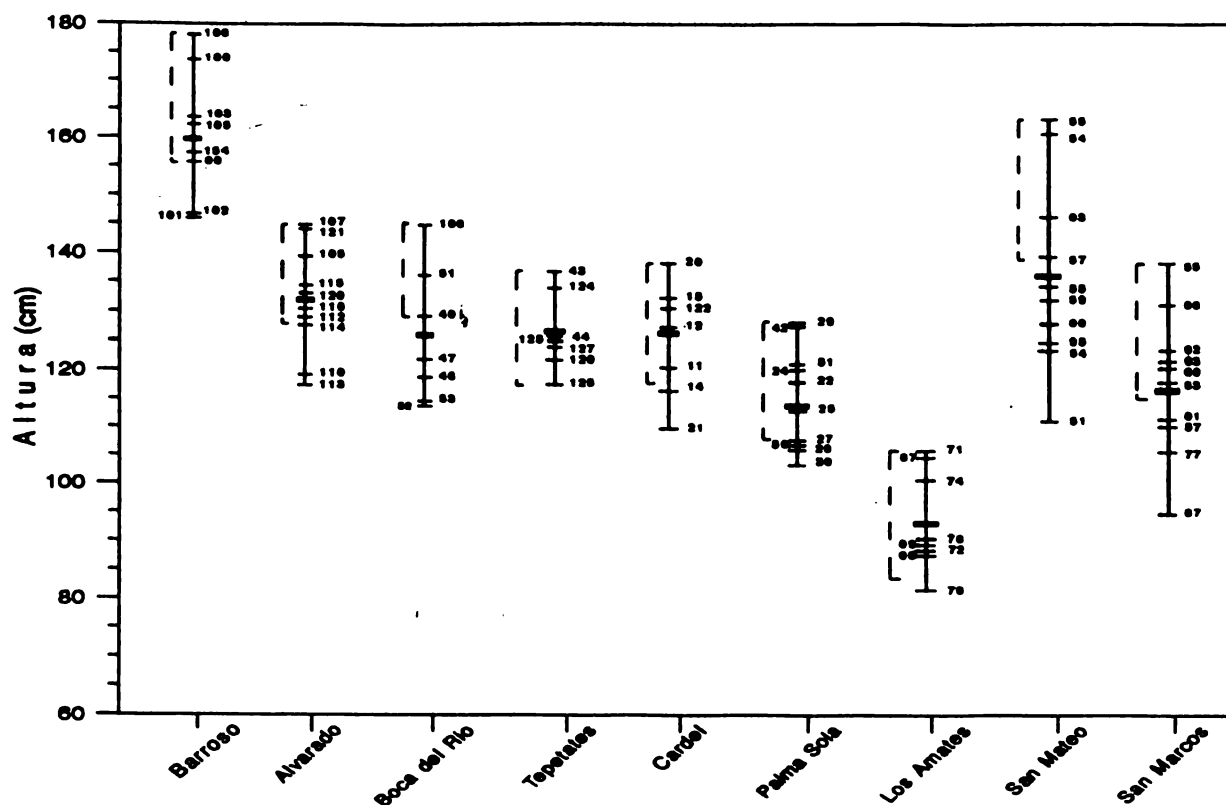
Las familias con valores extremos de crecimiento también se encontraron dentro de estas procedencias, aunque de hecho en todas las poblaciones se encontraron diferencias de 30 a 50 cm de altura entre las familias de mayor y menor crecimiento (Fig. 1), así como diferencias de 80 a 500 g en biomasa.

A los 11 meses de edad se tuvo un promedio de 4.3 ramas por planta, aunque la procedencia de San Marcos Gro. presentó el mayor número de ellas (5.1), un 45% más que la procedencia de San Mateo Oax., que tuvo la menor ramificación 3.5, (Cuadro 4). A nivel de familias, las diferencias entre los valores extremos de ramificación fueron mayores del 300% (Cuadro 4), lo cual señala la amplia variación genética existente en el hábito de crecimiento y arquitectura de la planta en esta especie.

**Cuadro 4.** Valores medios de la población y valores promedio de las procedencias y familias extremas en las características de crecimiento evaluadas en el ensayo de cocoite al final del período de estudio.

Variable	Media población	<u>Procedencias extremas</u>		<u>Familias extremas</u>	
		valor máx	valor mín.	valor máx	valor mín.
Altura (cm)	124	158(1)*	88(7)	177	76
Biomasa (g)	367	551(1)	197(7)	751	128
Nº de ramas#	4.3	5.1(9)	3.5(8)	7.5	2.0

# Variable medida a los 11 meses de edad; \* Número de procedencia (Cuadro 1).



**Figura 1.** Altura promedio de plantas en familias de 9 procedencias de *Gliricidia sepium* a los 13 meses de edad en un ensayo establecido en Cárdenas, Tabasco, México. La línea punteada representa la diferencia mínima significativa.

---

Estos resultados preliminares muestran que es posible realizar selección, tanto a nivel de procedencias como de familias dentro de ellas, para aumentar la productividad de la especie bajo cultivo y modificar la arquitectura de la planta. En este último caso, sin embargo, parece ser que el mayor énfasis de selección debe ser a nivel de familias, mientras que en las otras características la selección de las mejores procedencias proporcionaría buenos resultados en forma inmediata.

## Literatura citada

- CATIE. 1991. Madero Negro (Madreado, Madrecacao, ...) *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers. Especies de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Informe Técnico No. 180. 81 p.
- FOROUGHBAKHCH, R., PEÑALOZA, R. y STIENEN, H. 1987. The survival and growth of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. and other introduced species in the matorral of Northeastern Mexico. In: NFTA *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE, Turrialba, C.R. June 1987. Nitrogen Fixing Tree Association, Special Publication. pp: 123-130.
- HUGHES, C.E. 1987. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (Leguminosae). In: NFTA *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE, Turrialba, C.R. June 1987. Nitrogen Fixing Tree Association, Special Publication. pp: 174-184.
- KENNEY, W.A. 1987. The early survival and growth of sixty *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. clones in a Costa Rica clones bank. In: NFTA *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: Management and Improvement. Proceedings of a Workshop held at CATIE. Turrialba, C.R. June 1987. Nitrogen Fixing Tree Association, Special Publication. p. 185.
- LLERA Z., M. 1993. Análisis del crecimiento y distribución de biomasa en propágulos vegetativos y en plántulas de cocoite (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 100 p.
- SANGINGA, N., DANSO, S.K.A. y BOWEN, G.D. 1992. Variation in growth, sources of nitrogen and N-use efficiency by provenances of *Gliricidia sepium*. Soil Biol. Biochem. 24: 1021-1026.

## Agradecimientos

El germoplasma fue colectado por personal del Colegio de Postgraduados como parte del proyecto 1306-A9206 financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT).

# Comparación de diferentes métodos de selección en un ensayo de progenies de polinización libre de *Pinus patula*.

Salvador Valencia \*, Carlos Ramírez \*\* y J. Jesús Vargas \*\*

En una prueba de progenie de medios hermanos de *Pinus patula* Schl. et Cham., se estimó la variación genética y la heredabilidad en las características de altura, diámetro y volumen del fuste de los árboles a los seis años de edad, para estimar la respuesta en volumen al utilizar diferentes métodos de selección. El volumen del fuste presentó mayor heredabilidad tanto a nivel individual ( $h=0.15$ ), como a nivel de las medias de familia ( $h=0.55$ ) y mayor coeficiente de variación fenotípica que las otras características de crecimiento evaluadas, por lo que la indirecta sería menos eficiente que la selección directa para aumentar la respuesta en volumen a esta edad. El método de selección combinada (selección de las mejores familias seguida de la selección de los mejores individuos dentro de éstas) y el uso de un índice de selección que incluyó información de los árboles individuales y de sus familias, fueron más eficientes que la selección individual. El índice de selección permitió aumentar en casi un 25% la respuesta en volumen con respecto a la selección individual, a las dos intensidades de selección comparadas. A diferencia de la selección combinada, El índice de selección permitiría mantener mayor representación de las familias evaluadas en el ensayo en la población seleccionada, lo cual sería importante para evitar una rápida reducción de la base genética en la siguiente generación.

## Introducción

*Pinus patula* Schl. et Cham. es una de las especies de pinos subtropicales nativos de México con mayor velocidad de crecimiento e importancia económica en diferentes regiones del país (Vela 1980). Su potencial productivo y su capacidad para adaptarse a diferentes condiciones climáticas la han convertido en una especie muy apreciada en el establecimiento de plantaciones comerciales en varias regiones del mundo, donde ha tenido éxito, especialmente en la producción de material celulósico (Wormald 1975).

Debido a la importancia comercial de esta especie, existen varios programas de mejoramiento genético, en donde se pretende aumentar aún más la tasa de crecimiento, la calidad de la madera y otras características de importancia adaptativa (Vazquez *et al.* 1994). Sin embargo, los resultados de estos esfuerzos de mejoramiento dependen de la magnitud de variación genética presente en las poblaciones y de los métodos de selección que se utilicen, para lo cual se requiere de una estimación precisa de los parámetros genéticos involucrados, incluyendo la varianza aditiva, la heredabilidad y las correlaciones genéticas entre las características de interés (Falconer 1989).

En este trabajo se utiliza la información de un ensayo de progenies de *Pinus patula* para estimar el grado de control genético del crecimiento en altura, diámetro y volumen del fuste, y comparar la respuesta esperada en volumen de diferentes métodos de selección, así como los posibles efectos sobre la base genética de la población seleccionada.

---

\* Departamento Forestal UAAAN, Coah., Saltillo, México

\*\* Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México

\*\* Programa Forestal, Colegio de Postgraduados, Montecillo, México

## Desarrollo del experimento

El estudio fue realizado en una prueba de progenies de polinización libre plantada en Zacualpan, Ver. (20° 25' Lat. N, 98° 22' Long. O, 2,250 msnm). El ensayo incluyó 22 familias procedentes de un huerto semillero sexual de segunda generación seleccionadas en Sudáfrica y dos parcelas adicionales como testigo, plantadas con material local no mejorado, para un total de 24 parcelas. La plantación fue establecida con un diseño experimental de 12 bloques completos al azar, con parcelas de cuatro árboles en hilera a un espaciamiento de 2 X 2 m; sin embargo, en el estudio solo se utilizaron los ocho bloques que presentaron una sobrevivencia superior al 90%.

Seis años después de la plantación se midió la altura total (ht) en m y el dap en todos los árboles; con estos datos se estimó el volumen del fuste (V) en m<sup>3</sup> empleando la siguiente ecuación, elaborada por Romero (1993) a partir de otras ecuaciones anteriores:

$$V = 0.000060208 D^{1.7861} H^{1.02685} \dots\dots\dots (1)$$

El análisis de varianza se realizó en dos etapas, siguiendo el procedimiento desarrollado por Vargas-Hernández y Adams (1991); en la primera etapa se utilizaron los valores medios por parcela y en la segunda etapa cada parcela se consideró como un tratamiento diferente para estimar la varianza dentro de parcelas. De acuerdo a la composición de los cuadrados medios esperados de cada fuente de variación (Cuadro 1) se estimaron los componentes de varianza dentro de parcelas ( $\sigma^2_e$ ), entre parcelas ( $\sigma^2_{b*f}$ ) y entre familias ( $\sigma^2_f$ ). Con base en estas varianzas y considerando a los individuos de una familia como medios hermanos, se estimaron las heredabilidades individuales ( $h^2_i$ ), de las medias de familias ( $h^2_f$ ) y dentro de familias ( $h^2_w$ ) de las características de crecimiento, empleando las siguientes formulas (Falconer 1989; Klein1989):

$$h^2_i = 4 \sigma^2_f / (\sigma^2_f + \sigma^2_{b*f} + \sigma^2_e) \dots\dots\dots(2)$$

$$h^2_f = \sigma^2_f / (\sigma^2_f + \sigma^2_{b*f}/b + \sigma^2_e/kb) \dots\dots\dots(3)$$

$$h^2_w = 3 \sigma^2_f / \sigma^2_e \dots\dots\dots (4)$$

donde:

b y k son el número de bloques y la media armónica del número de árboles por parcela, respectivamente.

**Cuadro 1.** Componentes de los cuadrados medios esperados en el análisis de varianza de las características de crecimiento en *Pinus patula*. en Zacualpan, México.

Fuente de variación	gl	CM
Bloques (B)	b-1	$CM_b = \sigma^2_e/k + \sigma^2_{b*f} + f\sigma^2_b$
Familias (F)	f-1	$CM_f = \sigma^2_e/k + \sigma^2_{b*f} + b\sigma^2_f$
B*F	(b-1) (f-1)	$CM_{b*f} = \sigma^2_e/k + \sigma^2_{b*f}$
Error	$\Sigma(n_i-1)$	$CM_e = \sigma^2_e$

Nota b= No. de bloques; t= No. de familias;  $n_i$ = No. de árboles en la i-esima parcela; k= Media armónica del número de árboles por parcela;  $\sigma^2_e$  = Varianza dentro de parcelas;  $\sigma^2_{b*f}$  = Varianza entre parcelas;  $\sigma^2_b$ = Varianza de bloques;  $\sigma^2_f$  = Varianza de familias.

Con los datos anteriores se estimó la respuesta esperada en volumen al emplear selección directa e indirecta a nivel individual (Falconer 1989). También se comparó la respuesta esperada en volumen al emplear los métodos de selección individual, selección combinada (selección entre familias seguida de selección dentro de familias), y selección con base en un índice que incluye información del individuo y de la familia a que pertenece, empleando los procedimientos descritos por Falconer (1989). Con base en los datos de campo, se procedió a realizar la selección simulada de los individuos mejores de acuerdo a cada método para comparar la representación de las familias en la población seleccionada.

## Resultados y Discusión

El análisis de varianza mostró una variación significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre familias en todas las características de crecimiento consideradas. A los seis años de edad, la población presentó una altura y un diámetro promedios de 7.87 m y 10.77 cm, respectivamente (Cuadro 2), lo que implica un crecimiento promedio anual mayor de 1 m en altura y de 1.5 cm en diámetro. Estos valores son comparables a los que se han obtenido con esta especie en otros sitios de crecimiento (Ladrach 1984; Romero 1993). Sin embargo, las diferencias de crecimiento entre los valores promedio de las familias extremas en este estudio fueron mayores de 1 m en altura y de 2 cm en diámetro. El volumen promedio estimado por árbol fue de  $0.038 \text{ m}^3$ , con valores promedio a nivel de familias que variaron de  $0.027$  a  $0.044 \text{ m}^3$  (Cuadro 2), es decir diferencias de casi el doble entre las familias extremas.

A pesar de la variación significativa encontrada entre las familias, este componente contribuyó con menos del 5% de la variación fenotípica total; en todos los casos la varianza dentro de parcelas aportó más del 90% de la variación total encontrada (Cuadro 2). Sin embargo, estos resultados no son inesperados, ya que en ensayos con especies forestales es común que la mayor parte de la variación se concentre dentro de parcelas, debido a los efectos microambientales y genéticos existentes dentro de ellas.

**Cuadro 2.** Valores promedio y componentes de varianza estimados para las variables de crecimiento en un ensayo de progenies de *Pinus patula* en Zacualpan, México.

Variable	X	Rango	Componentes de viarianza <sup>#</sup>					
			$\sigma^2_f$	%	$\sigma^2_{b*f}$	%	$\sigma^2_e$	%
Altura (m)	7.87	(7-18- 8.41) <sup>a</sup>	0.03502	3.61**	0.04870	5.02	0.88691	91.37
Dap	10.77	(9.56 -11.64)	0.12726	2.35*	0.00000	0.00	5.29196	97.65
V/árbol	0.038	(0.027 - 0.044)	0.00001	3.85**	0.00000	0.00	0.00025	96.15

<sup>#</sup> El significado de los componentes de varianza se describe en el Cuadro 1; <sup>a</sup>Valores promedio de las familias extremas; \*Significativo con  $p \leq 0.05$ ; \*\* Significativo con  $p \leq 0.01$ .

El volumen presentó valores estimados de heredabilidad ( $h=0.15$ ,  $h=0.55$  y  $h=0.12$ ) ligeramente mayores que en el caso de la altura y el diámetro, tanto a nivel individual como de las medias de familia y dentro de familias (Cuadro 3). Estos valores de heredabilidad son similares a los estimados para características de crecimiento en otros ensayos con la misma especie (Ladrach y Lambeth 1991) o en otras especies de pinos de crecimiento rápido (Bridgwater *et al.* 1983). El volumen también presentó coeficientes de variación aditiva (CVA=16.6%) y fenotípica (CVP=42.4%) mucho mayores que en el crecimiento en altura y diámetro, por lo que la respuesta del volumen a la selección sería mucho mayor que en estas otras características. Debido a ello, aún cuando exista una correlación genética elevada del crecimiento en altura y diámetro con el volumen, y sea relativamente más fácil realizar la selección con base en las mediciones de una de ellas, la selección directa sería más eficiente para aumentar el crecimiento en volumen, que la selección indirecta basada en cualquiera de las otras características individualmente. En particular, los reducidos valores de heredabilidad y coeficiente de variación aditiva estimados para el diámetro son un reflejo de la sensibilidad de esta característica a la variación microambiental dentro del sitio.

La selección individual (masal) con base en el volumen proporcionaría un aumento de entre 11% y 13% en el volumen promedio en la siguiente generación, si se elige entre el 10% y el 5% de los árboles de la población original (Cuadro 4). Sin embargo, dado que la heredabilidad de las medias de familia fue entre 4 y 5 veces superior que la heredabilidad individual y dentro de familias (Cuadro 3), la selección a nivel de familias podría ser más eficiente que la selección masal si se logra mantener un diferencial de selección relativamente elevado entre las familias. Por otro lado, en virtud de la considerable variación existente dentro de familias, es posible que la combinación de la información existente entre y dentro de familias permita obtener una mayor respuesta a la selección en esta población.

**Cuadro 3.** Varianzas aditivas ( $\sigma^2_A$ ) y fenotípicas ( $\sigma^2_P$ ), coeficientes de variación aditiva (CVA) y fenotípica (CVP) y heredabilidades individuales ( $h^2_i$ ), de las medias de familia ( $h^2_f$ ) y dentro de familias ( $h^2_w$ ) de las características de crecimiento en un ensayo de progenies de *Pinus patula*. en Zacualpan, México.

Variable	$\sigma^2_A$	$\sigma^2_P$	CVA(%)	CVP (%)	$h^2_i$	$h^2_f$	$h^2_w$
Altura	0.14009	0.97063	4.8	12.5	0.14	0.49	0.12
Dap	0.50906	5.41922	6.6	21.6	0.09	0.41	0.07
Volumen	0.00004	0.00026	16.6	42.4	0.15	0.55	0.12

La comparación de la respuesta estimada en volumen al emplear diferentes métodos de selección nos muestra que la selección combinada de las familias mejores y los mejores árboles dentro de éstas permitiría aumentar la eficiencia de la respuesta entre un 8% y un 13% con respecto a la selección masal, dentro de las intensidades de selección comparados (Cuadro 4). Sin embargo, si se emplea un índice de selección que utilice los valores promedios de las familias y los valores individuales en volumen, la eficiencia de la respuesta aumentaría casi en un 25% con respecto a la selección masal en los dos niveles de selección comparados (Cuadro 4). Los coeficientes estimados para el índice señalan que los valores promedio de las familias tienen una ponderación equivalente a casi cuatro veces el valor individual, debido básicamente al mayor valor de heredabilidad encontrado a nivel de familias.

**Cuadro 4.** Respuesta esperada en volumen (% con respecto a la media de la población) al emplear diferentes métodos e intensidades de selección en un ensayo de progenies de *Pinus patula*. en Zacualpan, México.

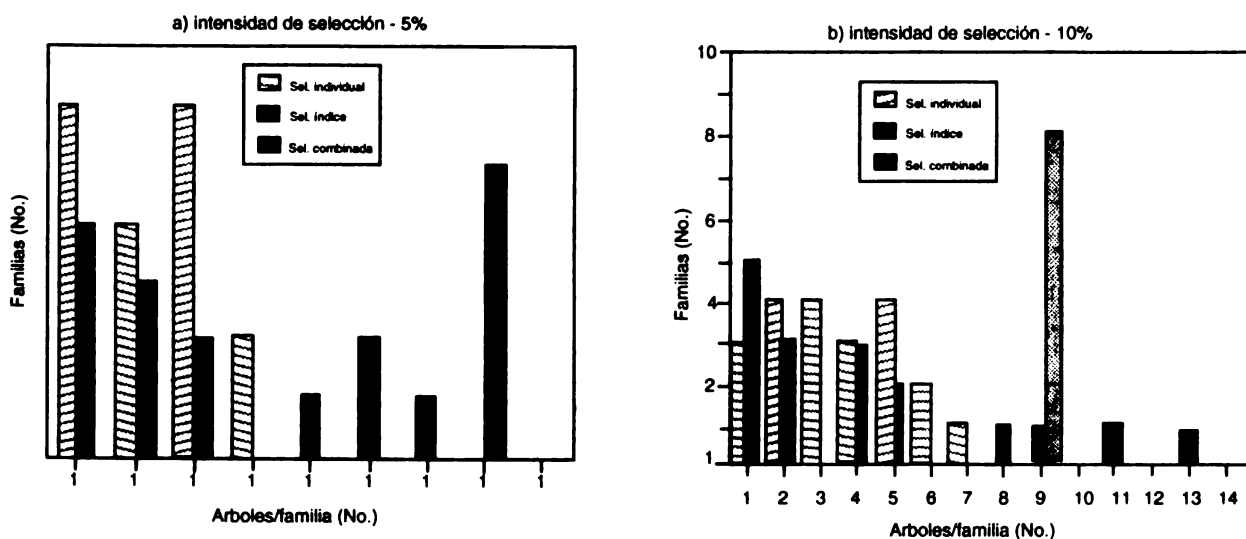
Método de selección	Respuesta esperada (%)	
	Int. de selección = 5%	Int. de selección = 10%
Selección individual	12.88 (1.00)	11.17 (1.00)
Selección combinada <sup>1</sup>	14.50 (1.13)	12.03 (1.08)
Índice de selección <sup>2</sup>	15.97 (1.24)	13.85 (1.24)

<sup>1</sup>/Selección de las mejores familias y de los mejores árboles dentro de éstas.

<sup>2</sup>/Índice generado con base en los valores de heredabilidad:  $I=0.4316 X_f + 0.1240 X_i$ .



El uso de los diferentes métodos de selección también modifica en gran medida la estructura genética de la población seleccionada, lo cual puede influir en el programa de mejoramiento genético a largo plazo, como lo discuten Magnussen y Yeatman (1990). En este caso, la selección masal permite mantener al menos el 75% de las familias originales en la población seleccionada, con un tamaño promedio de familia menor de 3.6 en los dos niveles de selección (Fig. 1). La selección combinada, en el otro extremo, reduce drásticamente el número de familias y aumenta el número de individuos relacionados genéticamente en la población seleccionada (Fig. 1). Aunque el índice de selección aumenta ligeramente el tamaño promedio de las familias en la población seleccionada, con respecto a la selección masal, permite mantener representadas más del 60% de las familias de la población original. Desde este punto de vista, el método del índice de selección mantiene un compromiso entre el aumento de la ganancia genética a la selección sin reducir drásticamente la base genética de la población que pudiera ocasionar mayores problemas de endogamia en las siguientes generaciones de selección.



**Figura 1.** Número y tamaño de las familias representadas en la población al emplear diferentes métodos e intensidades de selección en un ensayo de progenies de *Pinus patula*. en Zacualpan, México.

## Literatura citada

- BRIDGWATER, F. E., TALBERT, J. T. y JAHROMI, S. 1983. Index selection for increased dry weight in a young Loblolly pine population. *Silvae Gen.* 32: 157-161.
- FALCONER, D.S. 1989. Introduction to quantitative genetics. 3rd. Ed., Essex, England. Longman 438 p.
- KLEIN, J.I. 1989. Effects of incomplete block design and stand structure on heritability of growth in a jack pine family test in Manitoba. *Can. J. For. Res.* 19: 1044-1050.
- LADRACH, W.E. 1984. Calidad de madera de *Pinus patula* Schl. et Cham. Informe de Investigación No. 92. Smurfit Cartón de Colombia. Cali, Colombia. 23 p.
- LADRACH, W.E. y LAMBETH, C. 1991. Growth and heritability estimates for a seven-year-old open-pollinated *Pinus patula* progeny test in Colombia. *Silvae Gen.* 40: 169-173.
- MAGNUSSEN, S. y YEATMAN, C. W. 1990. Predictions of genetic gain from various selection methods in open pollinated *Pinus banksiana* progeny trials. *Silvae Gen.* 39: 140-153.
- ROMERO G., Y.E. 1993. Análisis del crecimiento de *Pinus patula* Schl. et Cham. en diferentes niveles de competencia intraespecífica, en Huayacocotla Ver. Tesis M.C., DICIFO, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, Méx. 192 p.
- VARGAS-HERNÁNDEZ, J.J. y W.T. ADAMS. 1991. Genetic variation of wood density components in young coastal Douglas-fir: implications for tree breeding. *Can. J. For. Res.* 21: 1801-1807.
- VASQUEZ, J.A., DVORAK, W.S. y DONAHUE, J. K.. 1994. Early height performance of *Pinus patula*. North Carolina State University CAMCORE. 1994 Annual Report. p: 8.
- VELA G., L. 1980. Contribución a la ecología de *Pinus patula*. INIF, (México). Pub. Esp. No. 19.. 109 p.
- WORMALD, T.J. 1975. *Pinus patula*.. Oxford, England. Tropical Forestry Institute, Tropical Forestry Papers No. 7. 172 p.

## Agradecimientos

Al Centro de Genética Forestal A.C. por permitirnos tomar los datos de crecimiento en el ensayo de progenies establecido por esa institución. El estudio forma parte del proyecto 425A-9108 financiado por el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología de México (CONACYT).

---

# Crecimiento y sobrevivencia en tres ensayos de especies y procedencias de *Eucalyptus* a los 21 meses de edad en Nicaragua

Manuel Bustos\*

Se evaluó altura y sobrevivencia de 11 especies y 29 procedencias de *Eucalyptus*, en tres ensayos establecidos por el Centro de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales en las Regiones Central y Pacífico de Nicaragua. En los tres sitios, para las variables en evaluación a los 21 meses de edad, se encontraron diferencias significativas entre especies y procedencias. Las especies más sobresalientes son *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*. *E. alba*, *E. citriodora*, *E. cloeziana*, *E. grandis*, *E. microtheca*, *E. robusta*, *E. torelliana* y *E. urophylla* presentan los índices más bajos en altura y sobrevivencia. La procedencia de Gilbert-River, para *E. camaldulensis* es la mejor en todos los sitios. En La Lucha *E. citriodora* mostró un crecimiento similar a la mejor procedencia de *E. camaldulensis*. La raza local de San Ramón de *E. camaldulensis*, mostró en general un comportamiento satisfactorio.

## Introducción

En Nicaragua el promedio de áreas reforestadas en los últimos años es aproximadamente de 12.000 ha; gran parte de esta área corresponde a plantaciones con la especie *E. camaldulensis*, debido a su crecimiento rápido y turnos cortos de rotación. Los ensayos con especies y procedencias en el género *Eucalyptus* se iniciaron en los años 70 a través de la Misión Británica y por el Proyecto MADELEÑA/CATIE en los años 80, los cuales se caracterizaron por la utilización de un reducido número de procedencias y especies. La mayoría de estos ensayos perdieron el objetivo principal para el cual fueron diseñados y establecidos, debido a la falta de continuidad de la investigación en la selección de especies y procedencias para las condiciones edáfico-climáticas de Nicaragua, afectando así la inmediata introducción de material genético comprobado a través de estos ensayos.

La necesidad de disponer de material genético forestal de alta calidad y contribuir así, a aumentar los rendimientos por unidad de superficie reforestada, hizo que el Centro de Mejoramiento Genético de Semillas Forestales, estableciera en 1993 cuatro ensayos con 11 especies y 29 procedencias de *Eucalyptus* en cuatro sitios de condiciones edáfico-climáticas de la Zona Central y pacífica del país, para identificar las especies y procedencias más productivas y adaptables para estas 2 zonas. Este estudio es el más amplio realizado en Nicaragua en el género de *Eucalyptus*, donde se incluyen procedencias comprobadas en ensayos internacionales y razas locales en Nicaragua.

## Desarrollo del experimento

Los ensayos de especies de *Eucalyptus* fueron establecidos en 4 sitios, tres localizados en la zona de vida bosque seco tropical (sistema Holdridge), y uno en el "bosque premontano" de Nicaragua. El ensayo establecido en el sitio de Sébaco fue destruido por un incendio al año de su establecimiento (Cuadro 1).

---

\* Centro de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales, MARENA-DANIDA, Nicaragua

**Cuadro 1.** Características de los sitios de establecimiento de los ensayos de *Eucalyptus* en Nicaragua.

Sitios	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)
La Lucha	12°21	86°49	100	1300	27
Yúcul	12°55	85°47	1000	1900	22
Jordán	12°32	87°05	20	1800	26

El material utilizado en este estudio proviene de lotes de semillas recolectados en la zona de distribución natural de las especies y aportados por la Organización de Investigación Científica Forestal de Australia (CSIRO); así como también lotes de recolecciones propias realizadas en fuentes de razas locales que se utilizarán como lotes testigos en los ensayos (Cuadro 2).

Para algunas especies y procedencias de *Eucalyptus* la producción de plantas fue insuficiente, lo cual afectó directamente su representación en los ensayos. Se consideró sin embargo incluirlas en los ensayos por su valor demostrativo. En todos los ensayos se utilizó el diseño de bloques incompletos al azar. Se utilizó espaciamiento variable en los tres sitios: 2.5 x 2.5 m (Yúcul), 3 x 2 m (El Jordán), hasta 3 x 3 m (La Lucha), así como también el número de árboles por parcela: La lucha (36), Yúcul (25) y El Jordán (35).

Para la evaluación de las variables, en este caso sobrevivencia y altura, se utilizaron los datos recopilados de toda la parcela, respectivamente de la parte central. Por la heterogeneidad del material y poca representación de varias especies y procedencias, se limitó el análisis estadístico del comportamiento de las diferentes especies a la comparación de promedios de las variables. Para las especies *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* el material es suficientemente amplio y completo para realizar un análisis de varianza. Los datos de sobrevivencia en el sitio de Yúcul muestran una distribución diferente a la normal. Sin embargo, no se consideró la diferencia tan en serio, como para desistir de un análisis de varianza de los valores observados.

## Resultados

La Figura 1 muestra los promedios de sobrevivencia para las 11 especies y 29 procedencias de *Eucalyptus* a los 21 meses de edad en los sitios de La Lucha, El Jordán y Yúcul. Los rangos de sobrevivencia fueron variables, desde 19.5-89.6% en la Lucha; 65-98% en Yúcul y 12.9-91.5% en El Jordán.

El Cuadro 3 muestra el promedio de sobrevivencia de las 11 especies en los tres sitios. Especies como *E. cloeziana*, *E. microtheca*, *E. robusta*, *E. torreliana*, *E. urophylla* mostraron mortalidad alta en los sitios localizados dentro de la zona seca La Lucha y El Jordán.

En Yúcul, todas las especies mostraron un índice alto de sobrevivencia debido a las condiciones favorables de humedad que predominan en el área. *E. citriodora* es una especie promisorio para la zona seca, pero las procedencias ensayadas tienen índices bajos de sobrevivencia inferiores al 50%. Las procedencias de las especies *E. camaldulensis* y *E. tereticornis* sobresalen

**Cuadro 2.** Descripción de especies y procedencias probadas en ensayos en Nicaragua.

Especie	Código/CSIRO	Código CMG&SF	Origen
<i>E. alba</i>	17833	S00736	Indonesia
<i>E. camaldulensis</i>	14106	S 00840	Gilbert River, AUS
<i>E. camaldulensis</i>	15050	S 00839	Gibb River, AUS
<i>E. camaldulensis</i>	16721	S 00842	Petford, AUS
<i>E. camaldulensis</i>	17635	S 00841	Katherine, AUS
<i>E. camaldulensis</i>		S 00843	Santa Isabel, NIC
<i>E. camaldulensis</i>		S 00823	Laura, AUS
<i>E. camaldulensis</i>		S 00844	Naranjo, NIC
<i>E. camaldulensis</i>		S 00845	San Ramón, NIC
<i>E. citriodora</i>	15960	S 00897	Mareeba QLD, AUS
<i>E. citriodora</i>	18401	S 00898	Mt. Sturgeon QLD, AUS
<i>E. cloeziana</i>	14422	S 00901	Cardwell, AUS
<i>E. grandis</i>	12970	S 00939	Heberton, AUS
<i>E. grandis</i>	13471	S 00938	Mt. Fraser, AUS
<i>E. grandis</i>	13524	S 00940	Coffs harbour, AUS
<i>E. grandis</i>	16583	S 00943	Atherton, AUS
<i>E. grandis</i>	16839	S 00942	Gympie, AUS
<i>E. microtheca</i>	17447	S 00944	Willare Bridge, AUS
<i>E. robusta</i>	15945	S 00946	Byfield, AUS
<i>E. saligna</i>	13522	S 00950	Coffs harbour, AUS
<i>E. saligna</i>	13263	S 00948	Queensland, AUS
<i>E. tereticornis</i>	13418	S 00957	Sirinumu, PNG
<i>E. tereticornis</i>	13666	S 00958	Mt. Garnet, AUS
<i>E. tereticornis</i>	17864	S 00959	North Kennedy, AUS
<i>E. torelliana</i>	15263	S 00986	Cooktown, AUS
<i>E. urophylla</i>	14532	S 00991	Flores, Indonesia
<i>E. urophylla</i>	14531	S 00990	Flores, Indonesia
<i>E. urophylla</i>	10140	S 00988	Huto Balico, AUS
<i>E. urophylla</i>	14534	S 02202	Indonesia

NIC: Nicaragua

AUS: Australia

PNG: Papua Nueva Guinea

en los ensayos con respecto a sobrevivencia. El análisis de varianza muestra diferencias significativas entre las dos especies a favor de *E. camaldulensis* para los sitios La Lucha y El Jordán.

No hay interacción significativa de sitio especie, en cuanto a sobrevivencia. Sin embargo, la diferencia entre especies se debe en gran parte al relativamente pobre comportamiento de la procedencia de Papua Nueva Guinea de *E. tereticornis*. Omitiendo ésto, no se puede comprobar diferencias estadísticamente significativas. Analizando por separado las 8 procedencias de *E. camaldulensis*, se detectan diferencias significativas entre procedencias en rangos de significancia al 1 y 5% tanto en El Jordán, como para los tres ensayos analizados en conjunto, pero no así para los

---

sitios de La Lucha y Yúcul. El análisis no muestra interacción significativa entre sitios y procedencias de *E. camaldulensis*.

Las diferencias de crecimiento en altura entre especies y procedencias son considerables (Figura 2 y Cuadro 3). Para *E. camaldulensis* las tendencias son iguales a lo señalado bajo el punto de sobrevivencia. Se detectan diferencias significativas entre procedencias en El Jordán en rangos de significancia de 5%, así como también en los tres ensayos analizados en conjunto, pero no así para los otros sitios, La Lucha y Yúcul.

El análisis de los tres ensayos en conjunto, señala que no existe interacción significativa entre sitios y procedencias (Cuadro 4). La procedencia Gilbert River muestra el mejor crecimiento en todos los sitios, ocupando el primer lugar en Yúcul y la La Lucha y segundo lugar en El Jordán. La raza local de San Ramón, se ubicó en segundo lugar (Yúcul), tercer lugar (La Lucha) y en quinto lugar en El Jordán. La procedencia de Petford también mostró un comportamiento aceptable.

Las diferencias significativas en altura total entre *E. camaldulensis* y *E. tereticornis*., se presentan al analizar los tres ensayos en conjunto, pero no cuando se analizan por separado. Esta diferencia se debe al bajo comportamiento de la procedencia de Papua Nueva Guinea de *E. tereticornis*. Las procedencias de *E. tereticornis* que mostraron un comportamiento regular y aceptable, son las de Kennedy River y Mt. Garnet.

En La Lucha, la procedencia de Mareba, Queensland de la especie *E. citriodora* mostró un comportamiento similar a la procedencia de Gilbert River para *E. camaldulensis*. *E. cloeziana* mostró buen crecimiento, pero su representatividad está limitada a un bloque y sólo en La Lucha. El resto de especies y procedencias (Figura 2), mostraron un crecimiento bajo, lo que limitará prácticamente su utilización en plantaciones comerciales futuras. En el área de Yúcul, especies promisorias para las condiciones climáticas de la zona premontana como *E. saligna* y *E. grandis* muestran un crecimiento muy inferior a *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* y *E. citriodora* debido probablemente a la poca fertilidad del sitio. En general el crecimiento de las especies en Yúcul es inferior a los otros dos sitios.

## Conclusiones

Existe gran variabilidad en el comportamiento de las variables de crecimiento entre procedencias de una misma especie y entre especies (Figuras 1 y 2). Esto refleja claramente la importancia de la utilización de germoplasma de especies y procedencias adecuadas para los programas de reforestación, que han pasado por el proceso de selección, el cual incidirá directamente en la alta productividad de las superficies reforestadas.

Con base en estos resultados, las especies y procedencias que han respondido mejor en adaptación y crecimiento en los tres sitios en esta primera etapa, sobre todo sitios de la zona seca, corresponden a *E. camaldulensis*, *E. tereticornis*. Basados en los resultados no se debe descartar la especie *E. citriodora*, que aunque demostró baja sobrevivencia, presentó buen crecimiento en La Lucha y un crecimiento regular en Yúcul.

El mejor índice de combinación sobrevivencia-crecimiento se observó en la procedencia de Gilbert River, para *E. camaldulensis*, que de mantener ese comportamiento estable en relación a otros parámetros de evaluación, puede justificarse a corto plazo la introducción de material genético de la fuente natural, para el establecimiento de un rodal semillero que permita suplir las necesidades de semillas del sector forestal. La procedencia local de San Ramón de *E. camaldulensis*, mostró buen comportamiento en sobrevivencia y altura total a los 21 meses, lo cual justifica su utilización temporal como fuente de semillas, hasta que existan rodales o huertos semilleros con material seleccionado o mejorado.

**Cuadro 3.** Sobrevivencia y altura promedio de 11 especies de *Eucalyptus* en tres sitios a los 21 meses, en Nicaragua.

Especies	La Lucha		Yúcul		El Jordán	
	%		%		%	
	Sobre- vivencia	Altura	Sobre- vivencia	Altura	Sobre- vivencia	Altura
<i>E. alba</i>	50	3.0	--	--	--	--
<i>E. camaldulensis</i>	77	3.6	91	1.9	82	3.6
<i>E. citriodora</i>	46	3.9	62	1.7	14	1.9
<i>E. cloeziana</i>	17	3.8	--	--	--	--
<i>E. grandis</i>	--	--	82	1.1	--	--
<i>E. microtheca</i>	78	0.9	--	--	--	--
<i>E. robusta</i>	11	0.6	82	1.1	--	--
<i>E. saligna</i>	--	--	56	0.5	--	--
<i>E. tereticornis</i>	63	3.2	91	1.6	68	3.2
<i>E. torrelliana</i>	47	2.0	80	1.1	0.7	0.8
<i>E. urophylla</i>	17	2.8	92	1.3	23	2.0

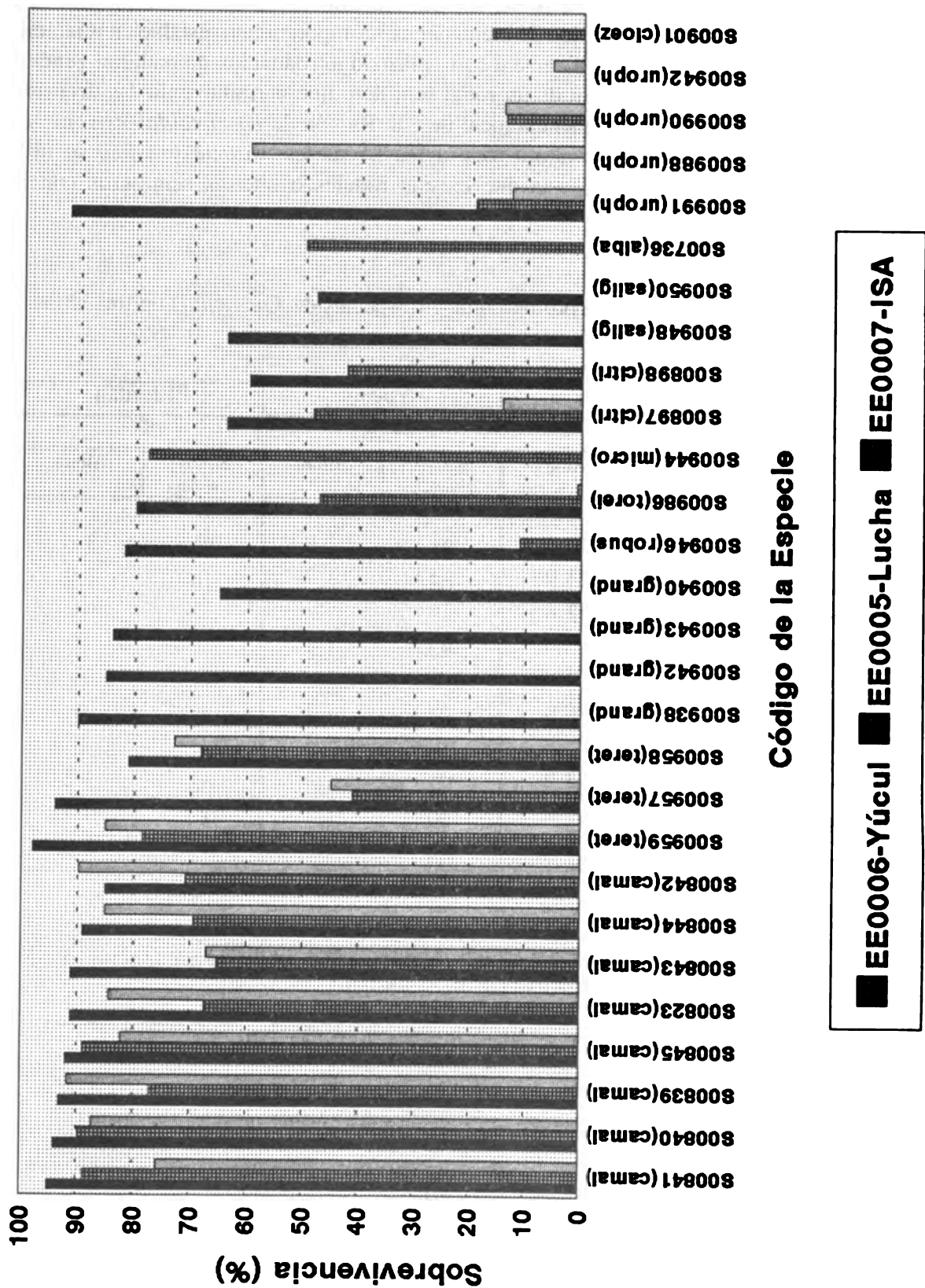
**Cuadro 4.** Análisis de varianza de altura total para las ocho procedencias de *E. camaldulensis* en La Lucha, Yúcul, El Jordán.

Fuente de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F.C.
Sitio	2	63.9451	31.9725	101.71**
Bloque dentro del sitio	9	19.5548	2.1728	6.91**
Procedencia	7	4.8648	0.6950	2.21*
Sitio procedencia	14	7.4155	0.5297	1.68 ns
Error residual	63	19.8045	0.3144	
Total	95	115.5846		

\*\*\* Significativo al 0.1%

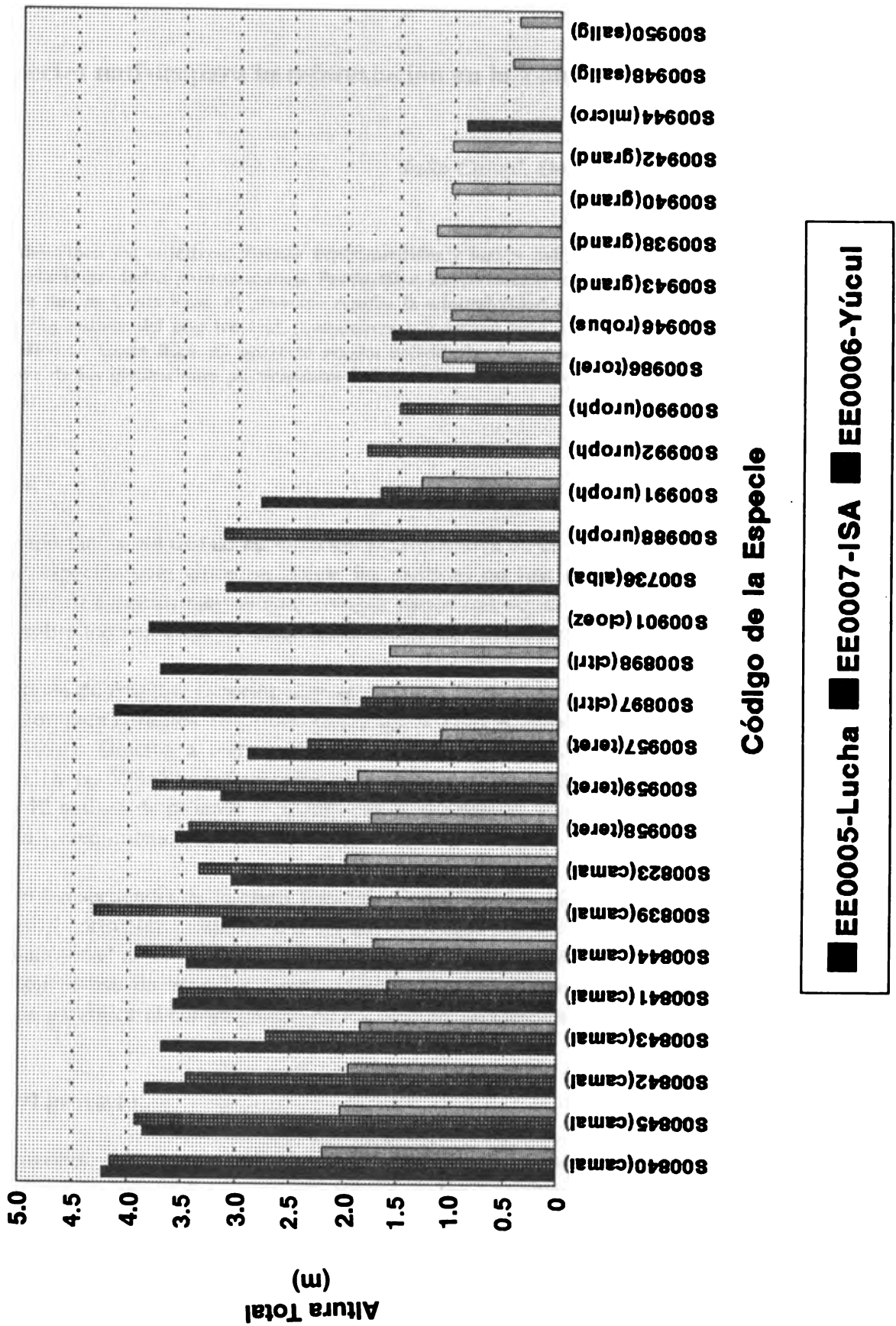
\* Significativo al 5%

ns No significativo



**Figura 1.** Sobrevivencia de especies y procedencias de Eucalyptus en Nicaragua.





**Figura 2.** Respuesta en altura total de especies y procedencias de *Eucalyptus* en Nicaragua.

---

## **Especies nativas para la reforestación en la Zona Sur de Costa Rica**

*Julio Calvo\**, *Dagoberto Arias\** y *Alvaro Sibaja\*\**

**Se describen los objetivos, diseños experimentales y logros del Proyecto Recuperación de Tierras Degradadas para el manejo Productivo: Reforestación con especies nativas para la Zona Sur de Costa Rica. El proyecto estudia la adaptabilidad y crecimiento de más de 50 especies nativas del piso tropical, premontano y montano bajo de la zona sur, vertiente del Pacífico de Costa Rica. El proyecto realiza actividades de capacitación/divulgación con el apoyo de las instituciones participantes y de estudiantes de Universidades de Costa Rica y USA.**

### **Introducción**

La importancia del uso de las especies nativas deriva de la necesidad de ampliar el menú de selección de especies para sitios en donde las exóticas no han cumplido con sus objetivos. Se requiere introducir especies nativas para cumplir mejor con objetivos de conservación y desarrollo sustentable, sobre todo en áreas de amortiguamiento, corredores biológicos y áreas de conservación.

El interés de emplear especies nativas en Costa Rica, fue impulsado por investigaciones de la Organización para Estudios Tropicales (OET) en la Zona Atlántica a principios de 1980 (Fisher y Butterfield 1994). Gracias a estos estudios, hoy día se utilizan varias especies nativas en la reforestación. De las 59845 ha reforestadas entre 1990-1993, un 64% se estableció con siete exóticas, un 27% con 12 nativas de probada adaptabilidad y crecimiento y un 9% con 93 especies nativas de adaptabilidad y crecimiento poco conocido (MIRENEM 1994).

Como consecuencia de la crisis fiscal de Costa Rica los incentivos a la reforestación serán eliminados en el corto plazo, dejando a la iniciativa privada los esfuerzos de la reforestación. En este escenario la actividad de la reforestación debe más que nunca convertirse en una actividad rentable. Por esta razón el uso de especies nativas debe estar respaldado con información tecnológica y científica, que garantice el cumplimiento de los objetivos establecidos.

### **Objetivos del proyecto**

El propósito del proyecto es generar información aplicada sobre fuentes semilleras, semillas, adaptabilidad y crecimiento de más de 40 especies nativas, establecimiento de viveros y de manejo de plantaciones forestales (Anexo 1). El proyecto tiene cinco componentes: manejo de fuentes semilleras, investigación de vivero, ensayos de campo, divulgación y capacitación.

**Fuentes semilleras.** Hasta la fecha se han identificado más de 650 árboles semilleros con

---

\* *Departamento Ingeniería Forestal, ITCR, Cartago, Costa Rica*

\*\* *Organización de Estudios Tropicales, San José, Costa Rica*

---

**Fuentes semilleras.** Hasta la fecha se han identificado más de 650 árboles semilleros con buenas características fenotípicas con tres objetivos fundamentales: proporcionar el material vegetativo para los ensayos del proyecto; establecer la muestra para los estudios fenológicos y garantizar el suministro de semillas provenientes de árboles seleccionados para la reforestación futura.

**Investigación en viveros.** Se cuenta con un vivero experimental en Santa Marta, Buenos Aires que es operado con el apoyo de la Compañía Ston Forestal S.A. En este vivero se produce el material para los ensayos y se genera información sobre técnicas de reproducción de las especies seleccionadas, germinación y almacenamiento de semillas.

**Ensayos de campo.** Estos han sido estructurados según la prioridad de las especies. En 1994 se establecieron 20 ensayos de adaptabilidad y crecimiento de seis especies nativas prioritarias en bloques con parcelas de 11x11 árboles a 3x3 m. Cada especie fue reproducida con material de al menos 15 árboles semilleros por cada una de tres regiones semilleras identificadas de la Zona Sur. Estos ensayos permitirán establecer a mediano plazo las relaciones especies-sitio, índices de sitio y curvas de crecimiento. En cuanto al mejoramiento genético el Proyecto logró establecer ensayos de progenie de cuatro especies nativas promisorias siguiendo un diseño propuesto por CAMCORE.

En 1995 fueron establecidos ensayos de adaptabilidad de 25 especies nativas en cinco bloques con parcelas de 7x7 árboles a 2.5x2.5 m. Cada especie fue reproducida con material de al menos 5 árboles semilleros. La función principal de estos ensayos es evaluar a corto plazo la adaptabilidad y crecimiento inicial de estas especies en cinco ambientes diferentes y representativos de la Zona Sur del país. Se establecieron ensayos de adaptabilidad de 12 especies de altura en cinco bloques con parcelas de 7x7 árboles a 2x2 m.

Se estableció un ensayo de eliminación con 39 especies nativas en suelos ultisoles bajo en nutrientes y degradados. Este ensayo consiste en seis bloques con parcelas de 10 árboles por especie. El objetivo es identificar las especies con potencial para sitios degradados con prolongada estación seca.

El proyecto ha establecido además ensayos de distanciamiento para cuatro especies nativas, ensayos de fertilización para amarillón y cuatro ensayos para plantaciones mixtas con la combinación de tres especies de rápido crecimiento con tres especies valiosas de lento crecimiento y con problemas de forma.

**Divulgación y capacitación.** Se publica un Boletín Técnico cada cuatro meses con el objetivo de divulgar las actividades y resultados del proyecto. También se han impartido cursos cortos en los temas de viveros, raleos, suelos de vocación forestal. Han participado estudiantes del Instituto Tecnológico de Costa Rica, Universidad de Costa Rica, Universidad de Duke y Purdue, se han llevado a cabo varios proyectos de investigación en temas relacionados con el Proyecto.

## Literatura citada

- FISHER, F. y BUTTERFIELD, R. 1994. Untapped Potential. Native species for reforestation. *Journal of Forestry*, 92 (6): 37-40.
- MIRENEM. 1994. Boletín Estadístico Forestal N° 5 1990-1993. Dirección General Forestal, Departamento de Planificación. San José, Costa Rica. 98 p.

## Anexo 1

### Ensayos de adaptabilidad y crecimiento 1994

1.	Amarillón	(42)	A, B, C	<i>Terminalia amazonia</i>
2.	Mayo blanco	(40)	A, B	<i>Vochysia guatemalensis</i>
3.	Cedro maría	(23)	A	<i>Calophyllum brasiliense</i>
4.	Pilón	(32)	A	<i>Hieronyma oblonga</i>
5.	Mayo colorado		B	<i>Vochysia ferruginea</i>
6.	Gallinazo			<i>Schyzolobium parahybum</i>
7.	Melina (testigo)			<i>Gmelina arborea</i>
8.	Pino (testigo)			<i>Pinus caribaea var hondurensis</i>

Incluye ensayos de:

A procedencia y progenie 1994

B distanciamiento 1995

C fertilización 1995

# parentesis indican N° de familias

### Ensayos de adaptabilidad 1995

1.	Cenízaro			<i>Pithecellobium saman</i> (Jacq) Benth
2.	Cristóbal*			<i>Platymiscium pinnatum</i> (Jacq) Dugand
3.	Guanacaste blanco			<i>Enterolobium schomburgkii</i> Benth
4.	Guapinol negro			<i>Cynometra hemitomophylla</i> (J.D. Smith) Harms
5.	Guapinol*			<i>Hymenaea coubaril</i> L.
6.	Guayaquil			<i>Albizia guachapele</i> (Kunth) Little
7.	Guayacán			<i>Acosmium panamense</i> (Benth) Yakovl
8.	Vainillo			<i>Stryphnodendron microstachyum</i> Poepp et Endl
9.	Balsa			<i>Ochroma pyramidale</i> (Cav. Ex Lam) Urban
10.	Cascarillo			<i>Lafoensia puniceifolia</i> DC
11.	Cedro amargo			<i>Cedrela odorata</i> L.
12.	Ceiba			<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn
13.	Ceibo			<i>Pseudobombax septenatum</i> (Jacq) Dugand
14.	Corteza			<i>Tabebuia guayacan</i> (Seeman) Hemsley
15.	Espavel			<i>Anacardium excelsum</i> (Bert & Balb) Skeels
16.	Fosforillo			<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl) Maguire, Steyererm & Frodin
17.	Fruta dorada			<i>Viola kochnyi</i> Warb

\* Incluye en ensayos de distanciamiento. Estas especies junto con melina, gallinazo y bala conforman los ensayos de plantaciones mixtas.

18.	Jacaranda**	<i>Jacaranda copaia</i> (Aublet) D. Don
19.	Ron ron*	<i>Astronium graveolens</i> Jacquin
20.	Laurel	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Cham
21.	Aceituno	<i>Simarouba amara</i> Aublet
22.	Lechoso	<i>Brosimum utile</i> (Kunth) Pittier
23.	Cocobola (Guan.)	<i>Dalbergia retusa</i> Hemsley
24.	Sangrillo	<i>Pterocarpus hayesii</i> Hemsley
25.	Roble sabana	<i>Tabebuia rosea</i> (Vertil) DC.
26.	Teca (testigo)	<i>Tectona grandis</i> L. F.
27.	Melina (testigo)	<i>Gmelina arborea</i> Roxb

### Ensayos de eliminación 1995

(más las especies de ensayos de adaptabilidad 1995)

1.	Ajillo	<i>Pithecellobium elegans</i> Ducke
2.	Surá	<i>Terminalia oblonga</i> (Ruiz López & Pavón) Steudel
3.	Chiricano	<i>Humiriastrum diguense</i> (Cuatr) Cuatr. sub. costarricense
4.	Caoba (esparza)	<i>Swietenia macrophylla</i> G.King
5.	Amarillón	<i>Terminalia amazonia</i>
6.	Mayo blanco	<i>Vochysia guatemalensis</i>
7.	Mayo colorado	<i>Vochysia ferruginea</i>
8.	Pilón	<i>Hieronyma oblonga</i>
9.	Alazán	<i>Tachigalia versicolor</i>
10.	Cedro maría	<i>Calophyllum brasiliense</i>
11.	Guachipelín	<i>Diphysa robinoides</i>
12.	Gallinazo	<i>Schizolobium parahybum</i>
13.	Iguano	?
14.	Roble marfil	<i>Terminalia ivorensis</i> (testigo)

### Ensayos de adaptabilidad de altura, zonas de transición

1.	Ira colorado	<i>Ocotea sp</i>
2.	Ira Rosa	<i>Ocotea sp</i>
3.	Quizarrá amarillo	<i>Nectandra sp</i>
4.	Danto	?
5.	Copalillo	?
6.	Jaúl	<i>Alnus acuminata</i>
7.	Cedro dulce	<i>Cedrela tonduzii</i>
8.	Guachipelín	<i>Diphysa robinoides</i>
9.	Tirra	<i>Ulmus mexicana</i>
10.	Cedro maría	<i>Calophyllum brasiliense</i>
11.	Mayo colorado	<i>Vochysia ferruginea</i>
12.	Mayo blanco	<i>Vochysia guatemalensis</i>
13.	Ciprés (testigo)	<i>Cupressus lusitanica</i>
14.	E. saligna (testigo)	<i>Eucalyptus saligna</i>
15.	E. grandis (testigo)	<i>Eucalyptus grandis</i>

---

# Avances en producción de semilla mejorada de especies prioritarias en la Zona de Bosque Seco de Honduras

Edgardo Padilla \* y José Wheatley \*

Para mejorar la calidad de semillas para uso en el bosque seco de Honduras, se seleccionaron especies prioritarias, nativas y exóticas. Se definieron procedimientos de selección de ensayos de acuerdo al producto deseado. El proyecto CONSEFORH ha establecido 33 huertos semilleros (con control de familia) de los cuales 27 son especies prioritarias nativas y 6 exóticas de interés comercial. Se han establecido 15 rodales semilleros (de procedencia identificada), en donde 9 son de especies exóticas y 6 nativas, prioritarias. Se discuten proyecciones en cantidad de producción de semilla y la época esperada de inicio de fructificación. Se presentan dos estudios de caso para el cálculo de costos y beneficios, en los huertos semilleros establecidos por el proyecto CONSEFORH, considerando dos especies prioritarias, una exótica y una nativa.

## Introducción

El bosque seco de Honduras esta siendo objeto de degradación genética continua. La deforestación por factores de agricultura de subsistencia, incendios forestales, aserradores con selecciones disgénicas y la histórica expansión ganadera, asociados a la extrema pobreza rural en la zona, han degradado los recursos genéticos del bosque seco, al grado que las especies de alto valor nacional como internacional están amenazadas. Estos factores combinados han dejado consecuencias negativas para la población rural y urbana incluyendo la reducción de la calidad y disponibilidad de productos forestales y un deterioro crítico de los recursos ambientales.

En Honduras se implementaron proyectos millonarios de reforestación desconociendo las técnicas silviculturales requeridas, no utilizando semillas mejoradas y sin la adecuada información sobre los productos/servicios esperados por los beneficiarios.

El Gobierno de Honduras (AFE/COHDEFOR) y el Gobierno de Gran Bretaña (O.D.A.), implementaron el Proyecto Conservación y Silvicultura de las Especies Forestales de Honduras (CONSEFORH), como un servicio de asesoría sobre especies, silvicultura y producción de semilla seleccionada/mejorada dirigida a estos problemas. CONSEFORH trabaja en tres areas: mejoramiento genético de especies prioritarias, promoción forestal rural y transferencia de tecnologías por medio de capacitación y publicaciones.

En este documento se resume el proceso para obtener semilla mejorada empleado por CONSEFORH, las especies incluidas en huertos, sus programas de producción y un caso de estudio de los costos/beneficios de producción y usos de semilla mejorada de *Eucalyptus citriodora*.

---

\* Proyecto Conservación y Silvicultura de las Especies Forestales,

---

## **Procedimiento de producción**

Definición de la demanda. En mejoramiento de semillas, como en cualquier otra actividad forestal productiva, es necesario definir la demanda de semillas con base en la especie y producto requerido por los beneficiarios.

Para CONSEFORH, el grupo meta son los pobladores rurales en la zona del bosque seco. El propósito general del proyecto es aliviar la pobreza rural a través de plantaciones, por medio de la conservación genética, producción de semilla, transferencia de tecnologías e intervenciones forestales, para beneficio de la población rural y su medio ambiente. Este grupo meta se definió con base en un estudio participativo, obteniéndose una lista de los productos/servicios requeridos y las especies preferidas por los pobladores de la zona (anexo 1). Las especies fueron priorizadas en una matriz de acuerdo a evaluaciones en los conocimientos de silvicultura y comportamiento.

CONSEFORH ha identificado su grupo meta, sin embargo es difícil definir la cantidad de semillas requerida por las agencias del estado, ONG'S, o personas particulares debido a que no existe un plan de reforestación, faltan incentivos forestales y generalmente hay desconocimiento de las ventajas de usar semilla mejorada. Sin embargo, CONSEFORH continua con la producción de semilla mejorada para asegurar la oferta hacia la demanda que se está incrementando por la implementación de nuevos proyectos de reforestación.

## **Estrategias de mejoramiento**

**Selección de procedencias.** Para todo proceso de mejoramiento con cualquier especie arborea es necesario conocer el rango de distribución natural, las condiciones climáticas, edáficas y alturas sobre el nivel del mar, para encontrar las procedencias potencialmente más aptas en términos de producción para la zona agroecológica del grupo meta. CONSEFORH ha clasificado por cada especie prioritaria las diferentes procedencias y razas locales, para probarlas en ensayos de procedencias y definir, con base en resultados, la mejor en adaptación, forma y rendimiento.

**Selección de familias.** Para determinar el número de familias a recolectar se evalúa la información sobre la especie y el nivel de mejoramiento genético previo. En especies conocidas, como las del género exótico *Eucalyptus* para las cuales donde existe bastante información de mejoramiento, es posible utilizar 30 familias. En las especies donde hay poca información del rango genético, como en la mayoría de las especies nativas, CONSEFORH recomienda utilizar de 40 a 50 familias para tener una base genética amplia, que permita evaluaciones más completas del comportamiento y selecciones entre familias.

El procedimiento para colección de familias se basa en consideraciones biológicas y de los productos esperados. Los términos biológicos incluyen la definición de la distancia mínima entre familias, dependiendo del sistema reproductivo, para asegurar que estén relacionadas. Las selecciones fenotípicas de los árboles están dirigidas por los productos/servicios requeridos por el grupo meta.

**Creación de unidades de producción de semilla.** La política de creación de unidades de producción de semillas depende del rango de intervención requerido en términos de la necesidad de recuperar una base genética buena. El proceso de mejoramiento se relaciona con los caracteres de la especie y los productos requeridos del mismo. Para las especies donde se requiere un solo producto, como madera, se hace el mejoramiento para lograr este producto. En las especies de uso múltiple, el proceso de mejoramiento consiste en seleccionar árboles con vigor y adaptación a diferentes regímenes de manejo para que proporcionen cualquiera de los productos/servicios requeridos por el grupo meta.

CONSEFORH utiliza el método BSO (Breeding Seedling Orchard) para el proceso de mejoramiento genético de las especies con degradación amplia. Este diseño permite combinar el establecimiento del ensayo de progenies con el objetivo de producir semilla mejorada. Este método reduce el tiempo y los costos por hacer las dos etapas en el mismo ensayo. Sin embargo, el BSO tiene la desventaja de asumir una correlación entre el comportamiento juvenil y adulto, el grado del cual es generalmente desconocido.

El manejo y diseño del BSO es igual a una plantación comercial, con la excepción de que operaciones como fertilizaciones y podas, no son permitidas porque influyen en las selecciones de raleos sucesivos. Los raleos son selectivos para eliminar los peores fenotipos hasta un punto en que cada familia esta representada por los árboles mejores. También el diseño de BSO permite hacer selecciones entre familias para eliminar completamente las peores. No obstante sus limitantes y ventajas, CONSEFORH lo ha utilizado este diseño debido a que las necesidades de semillas mejoradas han obligado a trabajar más rápidamente.

El método utilizado para especies con una base genética menos degradada es el rodal semillero. Rodales semilleros son establecidos con las procedencias mejores, pero sin control de progenies. Los raleos se hacen igual que el BSO en términos de criterios y frecuencias. El proceso de rodal semillero tiene la ventaja de ser simple y económico.

**Programa de producción.** El tiempo de producción esperado está en función del manejo, del producto y de la especie. El Anexo 2 es una lista de huertos y rodales semilleros de CONSEFORH con una proyección en la estimación de cantidad y año de producción de semillas.

**Comprobación de la ganancia genética.** Cuando en un huerto semillero se ha llegado al final de los raleos y se inicia con la producción de semillas mejoradas, es necesario realizar una validación de sus semillas. Esto se logra al comparar las semillas del huerto con la fuente original para determinar si existe una ganancia cuantificable en términos de incremento de producción y tiempo de rotación. El nivel de validación necesario para un programa continuo de mejoramiento genético, es hacer una comparación de cada familia del huerto con los padres de la fuente original para ver la cantidad del mejoramiento heredado en la progenie. Este nivel de validación permite una selección de los árboles para la próxima generación de huertos semilleros.

Para evaluar la ganancia promedio del huerto es mas aplicable comparar una colección en masa del huerto contra una colección en masa de la fuente original. Esto permite una evaluación promedio de la ganancia en forma simple y económica.



---

Para el proceso de validación de los huertos, CONSEFORH inició en 1995 la validación de semillas de *E. citriodora* producidas en un huerto semillero. En esta validación se determinó que desde la época de vivero, bajo un mismo régimen de manejo, se logró una ganancia en altura de 15% del lote de semilla del huerto sobre la fuente original. Es prematuro decir que la ganancia de este huerto ha sido probada, pero es un indicativo de lo esperado. CONSEFORH continuará con el programa de validación de 3 huertos de especie de *Eucalyptus* ya productivos.

Los huertos semilleros no son el final del mejoramiento, ya que siempre es necesario estar haciendo nuevas selecciones.

### **Costos/beneficios de producción y usos de semilla mejorada**

CONSEFORH atiende una demanda de semilla mejorada por parte del sector público y sector privado. También cuenta con un proceso de mejoramiento genético, en función de las especies y productos esperados por los demandantes. Para poder ofrecer un trabajo completo es necesario hacer una proyección en la estimación de costos y beneficios, tomando en cuenta una tasa de descuento debido al proceso inflacionario que ocurre en el país.

Generalmente al demandante le interesa conocer los costos vs. los beneficios para saber el porcentaje de ganancia al utilizar semilla mejorada. En nuestros medios es muy común encontrar demandantes interesados en plantaciones forestales con objetivos bien definidos (madera, leña, horcones, etc.) pero el obstáculo principal es que no cuentan con los recursos y conocimientos básicos de la importancia de usar semilla mejorada para obtener mayores beneficios en términos de rendimiento y, probablemente, una reducción en la edad de rotación.

Los cálculos aquí presentados son preliminares con el propósito de dar una idea del sistema usado por CONSEFORH de como poder fijar los precios de semillas mejoradas y los intervalos de ganancias posibles.

### **Estudio de caso**

#### **I. *Eucalyptus citriodora*: análisis de costos y beneficios de producción de semilla considerando un rango de precios**

En este estudio los cálculos se basan en un BSO (E01/88) establecido por CONSEFORH en 1988. El huerto empezó su producción en 1993 y los cálculos incluyen estimaciones de producción hasta 1999. Los gastos se refieren al establecimiento y mantenimiento del huerto y los costos de colección de las semillas, sin considerar los gastos generales del proyecto. No se incluyen los gastos de procesamiento y almacenamiento del banco de semillas (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Gastos con interés compuesto hasta el inicio de producción de semillas.  
La primer etapa es calcular los gastos con un interes compuesto en el tiempo donde no hay ingresos. Area de huerto: 0.8 ha. Densidad inicial: 3,300.

Año	Operación	Costo (L)*	Costos con interés compuesto (15% anual) a 1993 (L)
1988	Establecimiento	3,000	6,033
1989	Mantenimiento	1,500	2,623
1990	Mantenimiento	1,200	1,825
1991	Mantenimiento	960	1,270
1992	Mantenimiento	960	1,104
Gastos completos compuestos			12,855

\* (L): Lempira = 0.11\$

Este ejercicio se entiende más como una indicación de los factores a considerar en la producción de semilla, que como un ejemplo exacto de los beneficios y gastos actuales o proyectados (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Proyecciones de producción de semillas e ingresos con descuento

i) Ejemplo calculado con un precio de L. 800/kg

Año	Producción de semillas -actual (a) -estimado (e)	Precio de venta	Ingreso	Costos de recolección	Costo de mantenimiento	Ingreso neto	Ingreso con descuento
	kg	L/kg	L	L/kg	L		
1993	0.3 (a)	800	800	333	100	960	-820
1994	2.9 (a)	800	800	35	100	960	1096
1995	5.0 (e)	800	800	30	150	480	2548
1996	5.0 (e)	800	800	30	150	480	2217
1997	10.0 (e)	800	800	20	200	480	4187
1998	10.0 (e)	800	800	20	200	480	3638
1999	10.0 (e)	800	800	20	200	480	3162
Total	43.2						16,028

A una tasa de interés compuesto de 15% :

$$\text{Valor neto actual (1993)} = 16,028 - 12,855 = \text{L. } 3,173$$

$$\text{Razón de beneficio/gasto} = \frac{16,028}{12,855} = 1.25$$

ii) Ejemplos calculados con precios de venta de 200, 600 y 1,400 L/kg dan los siguientes:-

a) Valor actual neto (1993) = 1062 - 12,855 = -11,793

$$\text{Razón de beneficio/gasto} = \frac{1062}{12,855} = 0.08$$

b) 600 L/kg

$$\text{Valor neto actual (1993)} = 11,048 - 12,855 = -1807 \quad \text{IN} = \text{PS} \times \text{PV} - \text{CC} - \text{CM}$$

$$\text{Razón de beneficio/gasto} = \frac{11,048}{12,855} = 0.86 \quad \text{ID} = \text{S} / (1+r)^n$$

c) 1400 L/kg

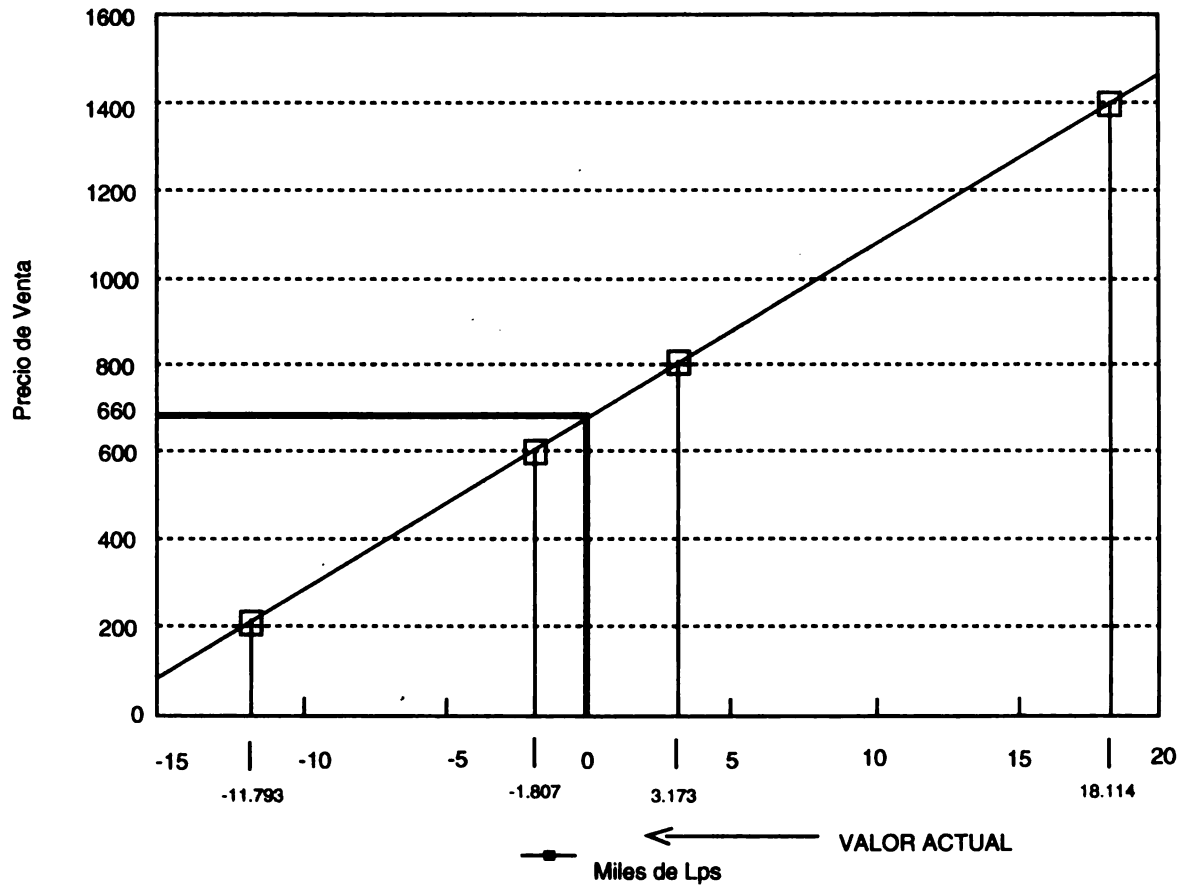
$$\text{Valor neto actual (1993)} = 30,969 - 12,855 = 18,114$$

$$\text{Razón de beneficio/gasto} = \frac{30,968}{12,855} = 2.41$$

### **Política tarifaria considerando valor neto actual contra un rango de precios**

Los cuatro cálculos de valor actual neto podrían ser graficados (Figura 1) contra los precios de venta para indicar el precio requerido para cubrir los gastos.

Con un valor neto actual de 0, ingreso descontado es igual a los gastos compuestos (hasta 1993). El precio de venta correspondiente a este punto representa un gasto de producción de 660 L/kg.



**Figura 1.** Precio de venta/valor actual neto de semillas de *Eucalyptus citriodora* de huerto semillero (E-1-88) en Honduras.

## Estudio de caso

### II. *Eucalyptus citriodora* análisis de costos beneficios considerando 3 niveles hipotéticos de mejoramiento

Usando los datos actuales de IMA en una de las estaciones experimentales de CONSEFORH y los precios prevalentes en el sur de Honduras se estima lo siguiente:

Incremento medio Anual	=	19 m <sup>3</sup> /ha/año
Rotación a 12 años, volumen acumulado	=	228 m <sup>3</sup> /ha
IMA raleado a 4 años para leña (30%)	=	68.4 m <sup>3</sup>
IMA raleado a 8 años para postes (40%)	=	91.2 m <sup>3</sup>
IMA cosecha final a 12 años (30%)	=	68.4 m <sup>3</sup>

#### Valores por producto

Valor en pie de leña a 4 años	=	100 L/m <sup>3</sup>
Valor en pie de postes a 8 años	=	120 L/m <sup>3</sup>
Valor en pie a cosecha final 12 años	=	150 L/m <sup>3</sup>

#### Valores: por hectárea

Leña 68.4 m <sup>3</sup> x L. 100.00	=	L. 6,840.00
Descuento a un 15% interés por 4 años:		L. 3,910.00
Postes: 91.2 m <sup>3</sup> x L. 120.00	=	L. 10,944.00
Descuento a un 15% interés por 8 años		L. 3,577.00
Cosecha final: 68.4 m <sup>3</sup> x L. 150.00	=	L. 10,260.00
Descuento a un 15% interés por 12 años		L. 1,917.00
Valor neto presente por hectárea	=	L. 9,404.00

Asumiendo una plantación anual de 100 hectáreas por año podría dar un valor neto presente de L. 940,400.00.

#### Valor neto presente anual adicional a través de ganancia genética

- Logrando un 1% de mejoramiento, podríamos obtener un valor neto presente anual de:

$$L. 940,400.00 + L. 9,404.00 = \underline{L. 949,804.00}$$

- Con un 5% de mejoramiento se lograría:

$$L. 940,400.00 + L. 47,020 = \underline{L. 987,420.00}$$

- Con un 10% de mejoramiento se lograría:

$$L. 940,400.00 + 94,040.00 = \underline{L. 1,034,440.00}$$

---

## **Conclusiones**

Un programa de mejoramiento se debe orientar con base en los productos y servicios que la demanda requiere.

Los programas de mejoramiento se deben basar en términos económicos.

Mejoramiento es igual a la obtención de mayor rendimiento por área y en ciertos casos una reducción en el tiempo de rotación, por eso, tasas más altas de ganancias.

Es posible hacer mejoras en la calidad de semillas en nuestros países sin trabajar con un alto nivel de mejoramiento genético lo que incurriría en mayor tiempo y mayor inversión de recursos.

Tomando en cuenta que el precio de la semilla es una parte insignificante con relación a gastos de una plantación y a los ingresos esperados, es más recomendable el uso de semilla mejorada, aunque el porcentaje de mejoramiento sea bajo. Este gasto inicial en semilla mejorada se compensa con el rendimiento de la plantación.

## **Recomendaciones**

Crear en nuestros países una sistema de difusión explicando a los usuarios de semillas las ventajas de utilizar semillas mejoradas.

Crear a nivel del área un sistema de certificación de semillas para controlar el germoplasma en términos físicos y genéticos, logrando confiabilidad en el uso de semilla mejorada.

Debido a varios programas de reforestación en Honduras es necesario contar con semilla seleccionada y clasificada. Esto es relativamente barato, comparado con los beneficios en rendimiento y término de rotación.

Crear a nivel del área Centroamericana una red de productores de semillas para realizar pruebas de semillas mejoradas en diferentes zonas, es decir mayor contacto entre productores para comparar resultados de mejoramiento.

**Anexo 1.** Listado de especies prioritarias para zonas secas y sus usos

	Nombre común					
	Madera de aserrío	Horcones/ Postes	Leña	Mejoram. de suelos/barreras vivas	Cercos vivos /rompevientos	Otros
<i>Albizia saman</i>	x	x		x		
<i>Bombacopsis quinata</i>	x				x	
<i>Cedrela odorata</i>	x	x			x	
<i>Cordia alliodora</i>	x		x			
<i>Gliricidia sepium</i>		x	x	x		x
<i>Leucaena salvadorensis</i>		x	x	x	x	
<i>Swietenia humilis</i>	x	x				
<b>Especies exóticas</b>						
<i>Azadirachta indica</i>	x	x		x		x
<i>Casuarina equisetifolia</i>	x		x		x	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	x		x		x	
<i>E. citriodora</i>	x	x		x	x	
<i>E. tereticornis</i>		x			x	
<i>Tectona grandis</i>	x					

**Anexo 2. Programa de Producción de semillas en huertos y rodales (semilleros) CONSEFORH**  
(Incluidos los ensayos en fincas)

Especies	Tipo de ensayo	Ensayo N°	Ubicación	Area (ha)	Area Total (ha)	Arboles (ha)		Prod. Semilla (kg/ha)		Semillas por kg 60%	Plantación (ha/año) 3x3 m	Años de Prod.	N° de familia (inicial)
						p/ens.	Total	p/ens.	Total				
<i>A. indica</i>	R	10/89	LS	0.93		114	114	25.8				1993	* M
	R	07/91	SR	0.09	1.83	114	228	25.0	50.8	1320	60	1997	M
<i>A. guachepele</i>	H	07/89	LS	0.76		118						1997	30
	H	05/91	SR	0.41	1.17	64	182			14275		1998	16
<i>A. nipoides</i>	R	13/88	LS	0.17		26						1996	24
	H	02/90	LS	0.80	0.97	124	150			25500		1998	48
<i>A. saman</i>	H	04/92	LS	1.60		98						2002	50
	H	06/92	SR	1.80	3.40	86	184			2027		2002	50
<i>B. quinata</i>	H	03/89	LS	1.10		304						1995	23
	H	02/91	SR	0.41		114						1997	13
<i>C. alliodora</i>	H	08/91	SR	0.62		172						1997	32
	H	01/94	LS	1.08	3.21	299	889		39.5	25385	902	2000	36
<i>C. cyclocarpum</i>	H	06/91	SR	0.32	0.32	88	88		34.2	104297	3210	1999	22
	H	25/91	SR	0.54	84	84	84		504.0	614	278	1999	22
<i>E. cumuldulensis</i>	R	06/88	CU	0.80		221		1.8				1994	M
	H	09/88	LS	0.80		221		1.8				1994	25
<i>E. citriodora</i>	H	08/89	LS	0.44		121		0.5				1995	24
	H	04/90	EAP	0.85	289	235	798	1.8	5.90	156000	828	1996	22
<i>E. citriodora</i>	H	01/88	LS	0.82	0.82	96	96	3.5	3.50	75000	236	1993	32

(\*) M = Mezcla de semillas de familias



Anexo 2. (continuación)

Especies	Tipo de ensayo	Ensayo N°	Ubicación	Area (ha)	Area Total (ha)	Arboles (ha)		Prod. Semilla (kg/ha)		Semillas por kg 60%	Plantación (ha/año) 3x3 m	Años de Prod.	N° de familia (inicial)
						p/ens.	Total	p/ens.	Total				
<i>E. cloeziana</i>	R	03/88	SJ	0.51	0.51	79	79	3.5	3.50	75000	236	1994	M
<i>E. grandis</i>	H	04/88	SJ	0.72	0.72	100	100	3.5	3.50	150000	472	1994	27
<i>E. tereticormis</i>	H	07/88	LS (CEDA)	1.30	1.30	202	202	3.5	3.50	150000	472	1993	23
<i>E. sepium</i>	H	11/91	SR	0.76	0.76	304	304	60.0				1995	43
	H	16/91	LS	1.40	1.40	560	560	17.0				1995	50
	R	11/93	LS	0.40	0.40	160	160	60.0				1997	M
	R	11/94	LS	0.41	0.41	160	160	60.0	109.0	5280	518	1998	M
<i>H. courbaril</i>	H	18/91	LS	0.76	0.76	117	117					2001	26
	H	07/91	SR	1.40	1.40	218	218			144		2002	50
<i>L. salvadorensis</i>	H	16/88	LS	0.74	0.74	204	204	10.0				1995	30
	H	01/91	SR	1.19	1.19	329	329	15.0	25.0	6426	14.5	1996	44
<i>L. collinsii</i>	R	24/94	LS	0.32	0.32	88	88	8.0	8.0	109000	78	1997	M
<i>P. caribaea</i>	H	24/88	EAP	0.93	0.93	145	145					1998	31
	R	02/89	CURLA	0.36	0.36	56	56					1999	M
	H	14/89	EAP	1.12	1.12	174	174					1999	32
	H	01/92	LS	2.50	4.91	390	390				619	2000	73
<i>S. glauca</i>	R	08/92	SR	2.09	2.09	326	326		25.5	27000		1998	52
<i>S. humilis</i>	H	03/91	SR	0.51	0.51	80	80					2001	19
	H	14/91	LS	1.10	1.10	171	171					2001	15
	H	09/92	SR	1.10	2.71	171	422		117.0	904	95	2002	51

---

## Establecimiento y manejo de huertos y rodales semilleros

Nohra Isaza\*

En 1973 se inició un programa de mejoramiento genético de *P. patula* y *C. lusitanica*, con la evaluación en el campo de fenotipos superiores en forma y volumen, y el establecimiento de huertos semilleros con los clones seleccionados. Se buscó desarrollar árboles resistentes a plagas y enfermedades, aumentar las tasas de crecimiento, mejorar la forma del árbol, las propiedades de la madera y la adaptabilidad a las diferentes condiciones. En la actualidad se manejan 20 áreas semilleras, entre huertos y rodales de *P. oocarpa*, *P. patula*, *P. kesiya*, *P. tecunumanii*, *P. maximinoi*, *E. grandis*, *E. globulus*, *E. urograndis* y *C. lusitanica*. Los objetivos son la producción de semilla mejorada y adaptada, que permita mantener y aumentar la variabilidad dentro de las poblaciones de árboles, eliminar importaciones de semilla y desarrollar razas locales.

### Introducción

En todo programa de reforestación a gran escala, con especies nativas o exóticas, coníferas o latifoliadas, es básico la utilización de semillas genéticamente mejoradas, que permitan obtener mejores rendimientos. Lo anterior obliga a desarrollar de actividades de mejoramiento genético forestal como una herramienta adicional de la silvicultura. En este campo se pueden considerar dos alternativas para la producción de semilla mejorada a corto y largo plazo, los rodales y los huertos semilleros.

### Rodal semillero

Es una plantación o rodal natural que, por presentar características deseables en cuanto a forma, crecimiento y sanidad de los árboles, es manejado para producir semilla. Los individuos de baja calidad se eliminan y sólo se conservan los mejores progenitores para cruzarlos, éstos se seleccionan por sus cualidades fenotípicas y rara vez son sometidos a pruebas de progenie (Salazar y Boshier 1991).

Los rodales semilleros poseen tres atributos:

- 1) La semilla cosechada es de mejor calidad genética que la obtenida a partir de rodales comerciales.
- 2) Permite el desarrollo de razas locales introducidas.
- 3) Son fuente confiable de semilla bien adaptada a un costo moderado (Talbert y Zobel 1988).

---

\* *Smurfit Cartón de Colombia, Colombia*

---

Los rodales se pueden clasificar en tres tipos:

semilleros en bosque natural, semilleros en plantación y semilleros en parcelas experimentales

El establecimiento de un rodal semillero implica el desarrollo de tres pasos fundamentales:

1) Selección de los mejores rodales con edad suficiente para producir semilla, topografía plana y de fácil acceso. 2) Selección de los fenotipos mejores dentro del rodal. 3) Manejo del rodal.

Se debe considerar el momento más adecuado para su ejecución, ya que este determina el año en que el área producirá la primera cosecha comercial. Así mismo, el cuidado extremo durante dicha operación, que evite daños a los árboles remanentes que puedan causar su degradación (Anderson 1963)

Para una adecuada polinización, se recomienda conservar entre 100 y 125 arb/ha; aunque el número óptimo de árboles depende del tamaño del árbol y de la intensidad de selección (Dyer 1964).

### **Huerto semillero**

Es una plantación de clones o de progenies seleccionadas y valoradas que se aísla para evitar o reducir la polinización a partir de fuentes contaminantes. Este se maneja intensivamente para producir cosechas de semilla abundante y fácilmente obtenible, con la mayor ganancia genética en un período corto (Talbert y Zobel 1988).

Hay varios tipos de huertos semilleros:

**Huerto semillero clonal (HSC).** Se establece a partir de propágulos vegetativos, tales como: injertos, estacas, acodos aéreos, plántulas obtenidas por cultivo de tejidos u otros métodos (Talbert y Zobel 1988).

**Huerto semillero de plántulas (HSP).** Se establece mediante la siembra de plántulas propagadas sexualmente, seguida de una depuración para eliminar los árboles indeseables, dejando los mejores árboles de las mejores familias para producción de semilla (Talbert y Zobel 1988).

Según los ciclos de mejoramiento que representen, se clasifican en 1a., 2a. 3a. o como huertos de generación avanzada (Talbert y Zobel 1988).

### **Establecimiento**

Para establecer un huerto semillero se requiere desarrollar las siguientes actividades:

- **Selección de árboles plus** a los mejores fenotipos por su forma y volumen.

- 
- **Reproducción de material** a través de la propagación vegetativa o por semilla de los árboles plus.

**Selección del sitio**, donde se va a establecer el cual debe garantizar una producción temprana, importante y confiable de semilla. Presentar topografía plana y de fácil acceso, suelos con fertilidad promedio, disponibilidad de equipos y mano de obra, cerca a fuentes de agua, no ubicado en las partes más frías del área de distribución natural de la especie, procurar que tenga forma cuadrada y evitar los sitios que puedan presentar condiciones climáticas extremas, como nubosidad o neblina constante y vientos fuertes (Lambeth, 1991).

- **Tamaño**: éste se determina por la cantidad de semilla requerida y la disponibilidad de fenotipos apropiados para ser seleccionados (Talbert y Zobel 1988).
- **Los huertos** deben estar protegidos de la introducción de polen no deseado, de ahí que la medida más sana es mantenerlo lo más lejos posible de las fuentes de polen contaminante.
- **Preparación del terreno**: puede ser manual o mecanizada, según el uso del suelo y las condiciones del terreno.
- **El diseño**: puede ser al azar o sistemático. El método que se elija, debe asegurar la reducción al mínimo de las cruas emparentadas y la estimulación de la polinización al azar (Lambeth 1991).
- **Fertilización**: Según las condiciones del sitio, ésta se debe realizar con los productos recomendados según el análisis del suelo.
- **Resiembra**: en los huertos es posible resembrar los árboles muertos o faltantes hasta el tercer año.

## **Manejo**

El manejo de un huerto semillero es complejo, ya que tanto los huertos como los rodales deben manejarse intensivamente. Los métodos varían con la especie, la localización y las condiciones existentes año tras año.

Las prácticas culturales más frecuentes son:

- Elaboración de un mapa que muestre la identificación y ubicación de cada árbol.
- Se recomienda subsolado tanto antes como después del establecimiento del huerto. Es esencial en suelos que originalmente fueron cultivados o pastoreados, ya que suelen tener problemas de compactación.

- 
- Construcción de cercas y cortafuegos para evitar la entrada de animales y reducir las posibilidades de incendios.
  - Drenajes para evitar encharcamientos que puedan afectar el buen desarrollo de los árboles.
  - Control de malezas en forma química, manual o mecanizada.
  - Control de insectos y enfermedades
  - Recolección de semillas, el método depende de la especie, por ello es imperativo estudiar la biología reproductiva y los métodos de cosecha para no dañar la copa de los árboles ni perder la cosecha.
  - Si son injertos se deben podar las ramas del patrón para prevenir errores en la identificación del injerto y evitar la producción de polen de ramas no deseables. En el caso de que se poda la copa, ésta no debe ser excesiva, ya que se puede promover el crecimiento vegetativo y no la actividad sexual.
  - El manejo de registros es la base de las recomendaciones presentes y futuras. Cada árbol debe marcarse, para facilitar operaciones de recolección de frutos, control de la polinización, aplicación de hormonas u otros tratamientos especiales.
  - El riego es necesario en las primeras etapas, para mantener el crecimiento y vigor óptimos y favorecer la formación de copas grandes con más sitios potenciales para la floración.
  - Los espacios entre los árboles deben cubrirse con césped, para prevenir la erosión y reducir la compactación.
  - La polinización suplementaria puede hacerse en forma manual, así como cruces controlados, utilizados en muchos huertos para ensayos de progenie.
  - Se conocen varios tratamientos para acelerar el tiempo de floración y acortar el ciclo de cruzamiento, como son las aplicaciones de ácidos giberélicos, estrés hídrico moderado, subsolación, anillamiento parcial del fuste principal o de las ramas.

## **Rendimientos**

El manejo de los huertos y rodales semilleros debe ser intensivo, de ahí que sea costoso, ya que exige entre otras la utilización de mano de obra calificada para desarrollar las diferentes actividades.

## **Establecimiento**

**Aclareos.** Un sierrero calificado alcanza a derribar entre 15 y 20 árboles/día, previamente desramados. Esto para reducir al mínimo los daños a los árboles remanentes.

## **Preparación del terreno**

Arado	:	1.0 ha/h-m/d
Rastrillado	:	4.0 ha/h-m/d
Subsolado	:	2.5 ha/h-m/d
Aplicación de herbicida	:	8.0 ha/h-m/d
Construcción de corta-fuegos:		40 m/h/d (de 3 m de ancho)
Quema controlada	:	0.5 ha/h/d
Trazado	:	122 sitios/h/d (distancia de siembra de 10 x 5m)
		150 sitios/h/d (distancia de siembra de 6 x 6 m)
		110 sitios/h/d (distancia de siembra de 10x10 m)
Hoyado	:	80 hoyo/h/d (40 x 40 cm vaciados)

**Siembra** de 60 árboles/h/d (incluidas las labores de distribución de los árboles y poda radicular).

**Fertilización** de 200 árboles/h/d (localizado en corona, alrededor del árbol).

## **Manejo**

**Construcción de cercos**, 40 m/h/d (postes cada 2.50 m y tres cuerdas de alambre).

**Construcción de drenajes**, 40 m/h/d.

### **Control de malezas**

Químico: 0.25 ha/h/d (aquí se debe incluir el rendimiento del producto, el cual se estima en 0.7 gl/ha).

Manual: 0.2 ha/h/d

Mecanizado: 1.5 ha/h-m/d

**Fertilización** de 150 árboles/h/d (localizado en corona, alrededor del árbol).

**Subsolado** de 1.6 ha/h-m/d.

**Podas** de 75 árboles/h/d (de la copa).

**Polinización** manual, entre 18 -20 clones/h/d. Cada clón con un promedio de diez flores receptoras.

---

### **Aplicación giberelina (Ga 4/7)**

Inyección : 60 árboles/h/d  
Tópica : 44 árboles/h/d

**Recolección de semilla**, 56 kg de conos/h/d para pinos y 44 kg de cápsulas/h/d, para los eucaliptos.

### **Literatura citada**

ANDERSON, E. 1993. Seed Stands and Seed Orchards in the breeding of conifers. Estocolmo, Suecia, 1st World Consul. On for. Gen and free Impr. p. 180-183.

SALAZAR, R. Y BOSHIER, D. 1988. Establecimiento y Manejo de Rodales Semilleros de Especies Forestales prioritarias en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 77 p.

DYER, W. G. 1964. Seed Orchards and Seed Production Areas in Ontario. *In* 9th Meeting of Cmm. For tree breeding in Canada. Montral, Canadá. p. 23-28.

LAMBETH, C. 1991. Huertos Semilleros *In* Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal en América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE

TALBERT, J.y ZOBEL, B. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Arboles Forestales. 1a. ed. México.

---

## **Propagadores de subirrigación: un sistema simple y económico para la propagación vegetativa de especies forestales**

*Francisco Mesén\**; *Roger R.R.B. Leakey\*\**; *Adrián C. Newton\*\*\**

Los programas de mejoramiento en los trópicos se han basado, en general, en la selección de especies y procedencias, seguida por el establecimiento de ensayos de progenies y rodales o huertos semilleros con los mejores genotipos. Actualmente se reconoce que la silvicultura clonal ofrece los medios para obtener mayores ganancias genéticas en menos tiempo. El programa de Aracruz Forestal en Brasil es un ejemplo de lo anterior. Los sistemas de propagación de alto costo y sofisticación desarrollados por estas grandes empresas, sin embargo, resultan inapropiados para programas pequeños de capital limitado, como los que operan en Centro América y el Caribe. A fin de utilizar las ventajas de la silvicultura clonal bajo estas condiciones, es necesario desarrollar nuevas estrategias y técnicas simples y económicas de propagación vegetativa. Durante varios años se evaluó y mejoró el propagador de subirrigación desarrollado por el Instituto de Ecología Terrestre (ITE) de Escocia. Su construcción es simple, económico y no requiere de electricidad ni agua de cañería. El sistema ha probado ser efectivo para el enraizamiento de varias especies tropicales, inclusive algunas reportadas como difíciles de enraizar, y se está utilizando a nivel operacional en Costa Rica.

### **Introducción**

Los bosques tropicales son biológicamente más ricos que cualquier otro ecosistema de la tierra. Los bosques tropicales del continente americano merecen especial atención, tanto porque la región contiene más de la mitad - 57% - de los bosques remanentes en el mundo, como porque dichos ecosistemas están siendo eliminados a tasas alarmantemente altas. Estimaciones recientes (FAO 1993) señalan que el mundo, está perdiendo 15,4 millones de hectáreas de bosques tropicales anualmente y de estos, alrededor de 400 000 ha corresponden a Centro América, donde la deforestación ha sido extensiva al punto de causar erosión genética severa e incluso extinción de poblaciones enteras.

Las plantaciones artificiales son parte de la solución a este problema, al suministrar los productos forestales que requiere la creciente población, y al reducir la presión sobre los bosques naturales remanentes. En la región se requiere con urgencia el establecimiento de plantaciones, tanto con especies maderables como de uso múltiple, en plantaciones puras y sistemas agroforestales. Sin embargo, el éxito de tales plantaciones depende de la disponibilidad de germoplasma de calidad, combinado con prácticas silviculturales.

La mayoría de los programas de mejoramiento genético en los trópicos se ha basado en la evaluación de especies y procedencias, seguida por el establecimiento de ensayos de progenies y huertos semilleros con los mejores individuos. Sin embargo, hoy se reconoce que la propagación vegetativa y la

---

\* *Proyecto de Semillas Forestales, CATIE, Costa Rica*

\*\* *International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya*

\*\*\* *Department of Forestry and Natural Resources, The University of Edinburgh, Scotland, U.K.*



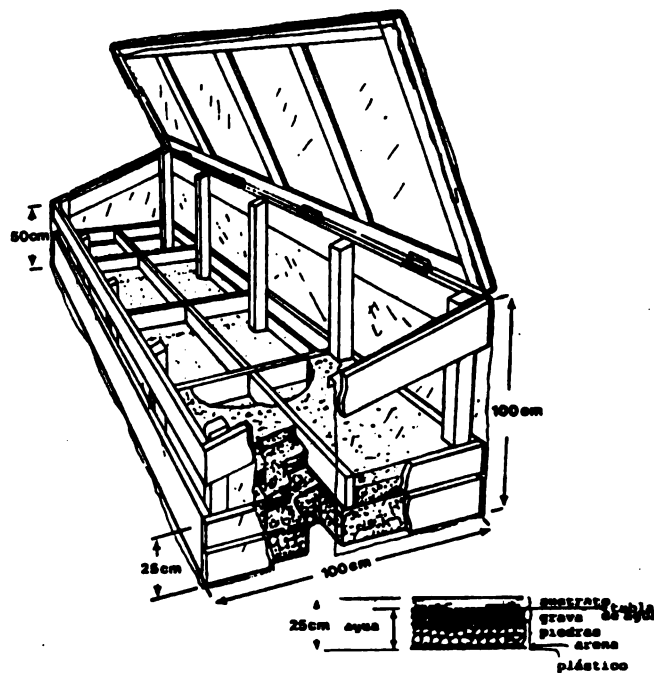
selección clonal ofrecen los medio para lograr las mayores ganancias genéticas en menos tiempo. Según Zobel (1992), la pregunta no es si la propagación vegetativa tiene futuro en silvicultura, sino cuándo y cómo.

Una de las ventajas principales que ofrece la propagación vegetativa es la capacidad de explotar tanto los componentes aditivos como los no aditivos de la varianza genética total, permitiendo grandes ganancias genéticas en períodos cortos (Libby y Rauter 1984). Una de las desventajas principales se refiere a los altos costos de implementación y operación de los sistemas de propagación. Los mayores progresos en este campo han sido obtenidos por grandes empresas utilizando sistemas caros y sofisticados de nebulización automática. Estas técnicas y los enfoques desarrollados por tales compañías son inapropiados para programas pequeños de desarrollo rural típicos de centroamerica. Si se quieren incorporar los beneficios de la propagación vegetativa al pequeño y mediano finquero, deben adaptar o desarrollar nuevas tecnologías de propagación, eficientes pero económicas y simples.

Bajo esta premisa se evaluó y mejoró el propagador de subirrigación desarrollado por el Instituto de Ecología Terrestre (IET) de Escocia, en un trabajo colaborativo con el CATIE. Los propagadores probaron ser efectivos para la propagación de gran cantidad de especies tropicales, incluyendo *Acacia mangium*, *Albizia guachapele*, *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata*, *Cordia alliodora*, *Eucalyptus deglupta*, *Gmelina arborea*, *Swietenia macrophylla* y *Vochysia guatemalensis*. Algunas de estas no habían sido propagadas anteriormente. Además , los propagadores son baratos y fáciles de utilizar y no requieren de electricidad ni agua de cañería, lo cual los hace apropiados para condiciones rurales y programas con bajo capital. Los resultados de estos trabajos han sido publicados por Leakey *et al.*, (1990), Leakey y Mesén (1991), Mesén (1993) y Newton *et al.* (1992).

### **El propagador de subirrigación**

Este propagador (Fig. 1) ha sido descrito en detalle por Leakey *et al.* (1990). Consiste básicamente de un marco de madera o metal rodeado por plástico transparente para hacerlo impermeable. Los primeros 25 cm se cubren con capas sucesivas de piedras grandes (6-10 cm de diámetro), piedras pequeñas (3-6 cm) y grava, y los últimos 5 cm se cubren con un sustrato de enraizamiento (arena fina, aserrín, etc.). Los 20 cm basales se llenan con agua, de manera que el sustrato de enraizamiento se mantendrá húmedo por capacidad. Para introducir el agua u observar su nivel, se utiliza un cilindro de bambú o cualquier otro material insertado verticalmente a través de las diferentes capas de material. Internamente se utilizan marcos de reglas para apoyar la estructura y proporcionar subdivisiones que permiten el uso de sustratos diferentes dentro del mismo propagador. La caja se cubre con una tapa que ajuste bien, forrada con plástico, para mantener alta humedad interna. El agua del propagador debe cambiarse al menos cada seis meses.



### Fuente de material

La propagación de un árbol para establecimiento de plantaciones clonales es diferente a la propagación con fines de producción de semilla. En este último caso, donde lo que se persigue es la producción pronta de semilla en huertos clonales, se debe utilizar material fisiológicamente adulto, tomado de la copa del árbol seleccionado. Para eso generalmente se utilizan injertos, estacones leñosos o acodos. Por el contrario, en silvicultura clonal no interesa la producción de semilla, sino generar árboles de crecimiento ortotrópico normal, similares al árbol que les dio origen (ortet). Para esto, la técnica más utilizada es el enraizamiento de estaquitas succulentas, utilizando material fisiológicamente juvenil. precisamente esta es una de las principales limitaciones prácticas de la silvicultura clonal, ya que la selección de los árboles que se quieren propagar se basa en ciertas características de importancia económica como rectitud del fuste, volumen, hábito de ramificación, densidad de la madera, etc., que se expresan a edades adultas, cuando el árbol ha perdido la condición de juvenilidad requerida para este tipo de propagación.

Se han utilizado varias prácticas para superar este problema, por ejemplo, i) talar el árbol y utilizar los rebrotes juveniles producidos por el tocón, ii) estimular la brotación de yemas de la base de los árboles e iii) injertación serial en patrones juveniles para rejuvenecer la yema adulta (Leakey 1988). La injertación serial presenta problemas técnicos, ya que es difícil saber cuándo se ha logrado rejuvenecer el material. La estimulación de yemas basales en árboles en pie funciona para algunas especies e incluso ocurre a veces en forma natural, cuando se ocasionan heridas en la base del árbol (e.g. *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Gmelina arborea*, *Vochysia guatemalensis*, pero los resultados de prácticas de estimulación han sido variables. El método tradicional ha sido la tala del árbol seleccionado para generar rebrotes del tocón.

Antes de implementar este método hay que asegurarse de que la especie tiene la capacidad de rebrotar, ya que algunas no rebrotan o lo hacen con dificultad, eg. *Eucalyptus deglupta*, *Pinus caribaea*. También se han utilizado plántulas de los árboles seleccionados como fuente de material, pero este método

---

elimina una de las principales ventajas de la propagación vegetativa, que es justamente la duplicación exacta del genotipo del árbol seleccionado. Sin embargo, puede ser una buena opción bajo ciertas circunstancias (Leakey 1988, Mesén 1993).

Los árboles seleccionados normalmente están a kilómetros de distancias unos de otros y distantes del área de propagación, de manera que no es práctico seguir utilizándolos como fuentes de material indefinidamente. Una vez que los árboles producen rebrotes juveniles, este material se utiliza para producir las primeras estaquitas enraizadas e iniciar un jardín de multiplicación, que consiste en un área donde el material se establece agrupado por clon y se maneja intensivamente como seto vivo para la producción abundante y periódica de material para enraizamiento. El tamaño del jardín depende de las necesidades de material para los programas anuales de plantación. idealmente, el jardín de multiplicación se establece cerca del área de propagación, para reducir el riesgo de daños los brotes durante el traslado. En el jardín, las estacas se establecen a distancias de 20 cm a 50 cm, y los rebrotes son cosechados cada 3-6 meses, dependiendo de la especie y las necesidades.

En algunas especies, eg. *Cordia alliodora*, *Gmelina arborea*, aproximadamente un mes después de cada cosecha puede ser necesario remover algunos brotes, para permitir el desarrollo de los demás. Para reducir el riesgo de agotar la planta, se deben dejar algunas hojas o brotes al momento de la cosecha, para que continúen alimentado el sistema radical. También es necesario aplicar fertilizantes regularmente para mantener el nivel de fertilidad del suelo, pero se debe evitar fertilizar en exceso, ya que esto generalmente reduce la capacidad de enraizamiento de las estacas. Algunas especies producen mejores brotes bajo sombra (eg. *Albizia guachapele*), mientras que otras deben mantenerse a plena exposición (eg. *Cordia alliodora*, *Vochysia guatemalensis*). Esto deberá investigarse en cada caso en particular.

### **Preparación de las estacas**

Las estacas deben cosecharse de brotes ortotrópicos, sanos y vigorosos, de 30-50 cm de longitud. Con algunas especies, eg. *Eucalyptus grandis*, también pueden utilizarse brotes plagiotrópicos sin problema, pero esto deberá investigarse para cada especie. Una vez cortado el brote, se le está eliminando la fuente normal de suministro de agua (las raíces), pero las hojas siguen perdiendo agua, así que deben tomarse las medidas necesarias para mantener la turgencia del material. Los rebrotes se deben cosechar en horas de la mañana o de la tarde, evitando las horas más calientes del día, y colocarlos inmediatamente en un recipiente con agua o envueltos en papel húmedo dentro de bolsas de plástico. Nunca se deben dejar expuestos al sol. Si se van a transportar por distancias largas, es conveniente colocarlos en capas alternas de papel húmedo dentro de hieleras que contengan una capa de cubos de hielo en el fondo para bajar la temperatura. El mantenimiento de la turgencia del material, a lo largo del período de propagación, es uno de los factores críticos en el éxito del enraizamiento (Leakey y Mesén 1991).

Una vez en el área de propagación, el entrenudo terminal se elimina, ya que este normalmente es demasiado suave, lo mismo que los entrenudos basales que estén demasiado lignificados. Generalmente, cada brote produce 6-10 estaquitas. Las estaquitas se producen haciendo un corte inclinado justo sobre cada hoja, de manera que cada estaquita consiste de una sección de entrenudo, una hoja y una yema, la cual dará origen al nuevo tallo. Generalmente se utilizan estaquitas de 4-6 cm de longitud, con diámetros centrales de 3-6 mm. Contrario a una creencia muy generalizada, no es necesario dejar un nudo en la base de la estaca.

Es imprescindible que la estaquita conserve parte de la hoja, ya que esta es la fuente de asimilados, auxinas y otras sustancias, vitales para el enraizamiento. Sin embargo, la hoja también proporciona una amplia superficie para la pérdida de agua por transpiración. Por estas razones la hoja debe podarse a un tamaño tal que se logre el mejor balance entre las desventajas de la transpiración y las de la fotosíntesis. El área foliar óptima varía para cada especie y de acuerdo a la iluminación durante el proceso de enraizamiento, de manera que no se puede dar una recomendación única. Para la mayoría de las especies evaluadas se han obtenido buenos resultados con áreas foliares de 10 a 50 cm<sup>2</sup>, aunque algunas, como *S. macrophylla*, pueden requerir áreas mayores. Con *C. alliodora*, por ejemplo, el área foliar de 10 cm<sup>2</sup> produjo buenos resultados cuando la irradiación fue mayor de 300 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, pero el enraizamiento fue pobre bajo irradiaciones menores a los 90 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, posiblemente causado por tasas insuficientes de fotosíntesis. Bajo condiciones de baja irradiación, las estaquitas con áreas foliares de 20 y 30 cm<sup>2</sup> produjeron los mejores resultados (Mesén 1993).

### Aplicación de auxinas

La aplicación de auxinas generalmente aumenta el porcentaje de enraizamiento, reduce el tiempo de iniciación de raíces y mejora la calidad del sistema radical formado. Aunque el ácido indolacético (AIA) es la auxina natural que se encuentra en las plantas; otros dos compuestos sintéticos, el ácido indol-3-butírico (AIB) y el ácido α-naftalenoacético (ANA) han demostrado ser más efectivos como estimuladores del enraizamiento de estacas. El AIB se utiliza más por su estabilidad a la luz y por ser insoluble en agua, por lo cual permanece en la estaca por más tiempo y puede ejercer un mejor efecto. Además, las plantas poseen mecanismos para recudir o eliminar el efecto del AIA, al conjugarlo con otros compuestos o modificarlo, lo cual no sucede con el AIB (Blazich 1988).

El AIB puede aplicarse en solución líquida disuelto en alcohol o en polvo, mezclado con talco neutro. Cuando se utiliza solución líquida, se debe introducir la base de la estaca por unos pocos segundos en la solución e inmediatamente evaporar el alcohol en una corriente de aire (por ejemplo, utilizando un ventilador), antes de introducir la estaca en el propagador. Las mezclas en polvo son más fáciles y rápidas de utilizar y existen también preparados comerciales a varias concentraciones. En estos casos se introduce la base de la estaca en la mezcla, se sacude el exceso y se introduce la estaca en el propagador. También existen los tratamientos de inmersión prolongada en soluciones acuosas a bajas concentraciones, pero estos son imprácticos y no ofrecen mayor efectividad, por lo que no se utilizan en la actualidad.

La concentración óptima de auxina varía con la especie y el método de aplicación. Por ejemplo, la concentración de 0.2% de AIB ha dado los mejores resultados en *Alnus acuminata*, *Bombacopsis quinata*, *Cedrela odorata*, *Eucalyptus deglupta*, *Gmelina arborea* y *Swietenia macrophylla*. *Cordia alliodora* requiere concentraciones mayores (0,8%-1.6% de AIB) y *Albizia guachapele* enraiza bien con concentraciones desde 0,05% hasta 0,4% de AIB. Contraria a todas las demás especies evaluadas, *Vochysia guatemalensis* presentó mayores porcentajes de enraizamiento cuando no se aplicó auxina, aunque el número de raíces producidas en las estacas aumentó con dosis crecientes de AIB desde 0% hasta 8%. la concentración de 0,2% presentó el mejor balance entre enraizamiento y calidad del sistema radical formado (Díaz *et al.* 1991, 1992, Leakey *et al.* 1990, Mesén *et al.* 1992, Mesén 1993).

### El ambiente de propagación

El microclima dentro del propagador tiene una influencia crítica en el enraizamiento de estacas.

---

El microclima ideal debe mantener niveles óptimos de irradiación, temperaturas adecuadas en el aire, el sustrato y las hojas y buen balance de agua en las estacas (Loach 1988). Por muchos años, el sistema de nebulización ha sido el más popular para el enraizamiento de estacas y posiblemente se mantiene como el sistema más utilizado. El éxito de este método radica en el mantenimiento de una película de agua en las hojas, que reduce su temperatura y la transpiración, manteniendo la turgencia en la estaca hasta que regenere su sistema radical (Loach 1988). Sin embargo, bajo ciertas situaciones rurales y de capital limitado, la implementación de estos sistemas caros y relativamente sofisticados de propagación por nebulización puede ser una seria limitante. En estos casos, el sistema de propagadores de subirrigación ofrecen una útil alternativa. El microclima de los propagadores de subirrigación es comparable al de sistemas más sofisticados.

En una comparación del sistema de subirrigación con el de nebulización, Newton y Jones (1993) encontraron menores valores de humedad relativa, temperatura foliar y temperatura del aire en el sistema de subirrigación. Además, en este último, el aire se satura en horas de la noche, lo cual resulta en condensación de agua en las hojas y humedecimiento del follaje. Gran cantidad de agua se condensa en el plástico de la tapa, y su caída también contribuye al humedecimiento de las hojas (Mesén 1993, Mesén *et al.* 1992). Las evaluaciones del sistema de subirrigación han demostrado que es al menos tan efectivo como otros sistemas más sofisticados, e indican su potencial para un rango amplio de especies (Newton y Jones 1993). Para ciertas especies de zonas áridas, susceptibles a pudrición bajo nebulización, el sistema de subirrigación parece ser más apropiado (Leakey *et al.* 1990).

Durante el proceso de enraizamiento se requiere cierta cantidad de luz para permitir una tasa adecuada de fotosíntesis en las estacas. Sin embargo, la irradiación excesiva provoca el cierre de estomas y la consecuente reducción en el intercambio gaseoso, pérdida de turgencia e incluso la muerte de la estaca (Loach 1988a). En Turrialba, la irradiación en un día soleado puede llegar a los  $2\ 000\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$ , mientras que la irradiación máxima necesaria para la mayoría de las especies es de  $400\text{-}600\ \mu\text{mol m}^{-2}\ \text{s}^{-1}$  (Mesén *et al.* 1992, Mesén 1993). Por lo tanto, es necesario proporcionar sombra al área de propagación para reducir la irradiación a niveles adecuados y consecuentemente, reducir la temperatura dentro de los propagadores. Bajo dichas condiciones, el uso de una malla de sarán ha dado buenos resultados para la mayoría de las especies evaluadas, aunque alternativamente, se pueden utilizar hojas de palma o cualquier otro material disponible localmente.

El sustrato de enraizamiento también tiene un efecto considerable en el éxito del enraizamiento, y debe ser considerado como parte integral de cualquier sistema propagación. Un buen sustrato combina una buena aireación con alta capacidad de retención de agua, buen drenaje y libre de agentes contaminantes. El sustrato no debe presentar obstáculos para el crecimiento de las raíces, debe tener la consistencia suficiente para mantener las estacas en su posición y ser de fácil adquisición en cualquier momento (Leakey y Mesén 1991). Se han encontrado diferencias considerables en la capacidad de enraizamiento de diferentes especies con respecto al sustrato utilizado. En los estudios realizados en el CATIE, se han utilizado sustratos fáciles de conseguir localmente como grava fina, arena, aserrín y mezclas de estos materiales.

Algunas especies parecen ser más exigentes, pero otras enraizan bien en una gran variedad de sustratos. La arena fina en general ha dado buenos resultados con *A. acuminata*, *C. odorata*, *C. alliodora* y *G. arborea*. *B. quinata* enraizó igualmente bien en arena fina o en las mezclas de estos con aserrín, o aunque en el caso de *E. deglupata*, los mayores porcentajes de enraizamiento (98%) se obtuvieron en

---

ambas mezclas. A *guachapele* enraizó mejor en grava y *S. macrophylla* en una mezcla 3:1 de arena y grava (Díaz *et al.* 1991, 1992, Leakey *et al.* 1990, Mesén *et al.* 1992, Mesén 1993). El sustrato debe cambiarse cada 3-6 meses, para eliminar musgo y malezas que se acumulan, y puede reutilizarse después de lavarlo bien. Sin embargo, si se han visto señales de pudrición en las estacas, enfermedades o enraizamiento pobre, es mejor utilizar material nuevo. Por lo general no es necesario esterilizar el sustrato ni los demás materiales que se utilizan en el propagador, sino que basta con lavarlos bien para eliminar cualquier residuo de tierra. No se debe aplicar fertilizante al sustrato, ya que la iniciación de raíces es un proceso interno, controlado hormonalmente, que no es afectado por el nivel nutricional del sustrato; además, el uso de fertilizantes puede estimular el crecimiento de algas y musgos en la superficie del medio.

Antes de insertar las estacas en el propagador, se hacen huecos de aproximadamente 2 cm de profundidad en el sustrato, se colocan las estacas con cuidado y se presiona el medio alrededor de la estaca. No se debe insertar la estaca a presión en el sustrato para no dañar los tejidos en el corte. El espaciamiento entre estacas depende del área foliar utilizada, pero normalmente (para áreas foliares de 20-30 cm<sup>2</sup>), un espaciamiento de 5 x 5 cm es apropiado. Los huecos se hacen rápido con plantillas y pines de madera colocados al espaciamiento previsto.

### *Trasplante y acondicionamiento*

El tiempo entre el establecimiento de las estacas y la iniciación de raíces varía entre especies; dentro de las especies estudiadas por CATIE y el ITE, el tiempo varió desde siete días en *E. deglupta* hasta unas cinco semanas en *Vochysia guatemalensis* y *Swietenia macrophylla*. Cada especie tiene un período óptimo de enraizamiento, después del cual no vale la pena continuar el proceso, ya que después de ese período resultarán raíces débiles y escasas. En muchos casos, la estaca forma callo y permanece viva por largos períodos sin actividad aparente, hasta que agota sus reservas por respiración y eventualmente muere. No tiene sentido entonces esperar hasta que todas las estacas enraicen o mueran, sino que se debe definir un "punto de corta", después del cual se aprovecha el material enraizado y se elimina el resto. Esto maximiza el uso del propagador.

Cuando las raíces tienen 1-2 cm de longitud, se debe remover la estaca del propagador y plantarla en un recipiente con buena mezcla de sustrato de acuerdo con las prácticas normales de vivero. Se debe tener cuidado al realizar el trasplante, ya que las raíces recién formadas se quiebran fácilmente. Para trasplantar la estaca se llena el recipiente hasta la mitad, se coloca la estaca y se termina de llenar el recipiente. No se debe plantar en un hueco en el recipiente, por el peligro de que las raíces queden dobladas hacia arriba. Las estacas con menos de tres raíces o las raíces agrupadas de un solo lado, deben ser eliminadas. Las estacas han estado por días o semanas en un ambiente sombreado y de alta humedad, por lo tanto pueden sufrir de estrés hídrico y muerte si se exponen abruptamente a un ambiente soleado y seco.

Las estacas recién trasplantadas deben trasladarse a un ambiente protegido del sol directo y aplicar riegos frecuentes durante los primeros días. En el CATIE, la colocación de las plantas bajo una malla de sarán y la aplicación de uno o dos riegos diarios ha sido suficiente para producir plantas saludables y reducir la mortalidad. Se puede ir reduciendo el riego y aumentando la luz, hasta exponerlas

---

completamente después de 3-4 semanas. A partir de este momento, se debe dar el tratamiento normal de vivero para la especie en cuestión. Después de este período de acondicionamiento, el tiempo de permanencia de la planta en el vivero es similar al de una plántula originada por semilla.

### **Temores acerca de la silvicultura clonal**

Entre forestales y no forestales existe una serie de temores asociados a la silvicultura clonal, principalmente relacionados con la calidad del sistema radical de las estacas y con la homogeneidad genética de las plantaciones, que puede aumentar el riesgo de epidemias.

Ciertamente existe la tentación de utilizar unos pocos e incluso un solo clon sobresaliente a lo largo de grandes áreas de plantación. Sin embargo, puesto que el peligro de tales prácticas es ampliamente reconocido, cualquier persona o empresa que se involucre en este campo, rutinariamente tomará las medidas de seguridad necesarias (Burdon 1989). Estas incluyen: i) el uso de un número mínimo de clones no relacionados para las necesidades de plantación, normalmente más de 20 (Burdon 1989) y en algunos casos hasta 250 (Lambeth y López 1988). ii) el uso bloques monoclonales, en los cuales se puede manipular y controlar la variabilidad genética a lo largo del área de plantación y se puede realizar la reposición rápidamente si algún clon resultara afectado por alguna plaga, enfermedad o factor climático, y iii) la renovación continua de la población clonal operacional mediante la eliminación de clones inferiores y la introducción de clones nuevos (Libby y Rauter 1984).

En muchas situaciones, existirá mayor variabilidad genética en una plantación clonal que en una originada por semilla, por ejemplo, cuando se utiliza una pequeña área semillera año tras año para establecer grandes áreas de plantación o cuando la semilla utilizada se deriva de unos pocos e incluso un solo árbol. En estos casos todos los árboles serán hermanos o medio hermanos, y obviamente habrá menor variabilidad genética en tales plantaciones que en un bosque clonal de incluso 10 clones no relacionados. Aún más, el control de pedigrí, que es una práctica normal en cualquier programa de silvicultura clonal, permite la ubicación cuidadosa de clones en el campo para maximizar la diversidad genética, lo cual no es posible cuando se utiliza semilla de polinización abierta.

En una plantación originada por semilla puede ocurrir que ciertas familias sean atacadas por algún insecto o enfermedad, igual que podría ocurrir con ciertos clones. En el primer caso, la labor de salvamento no es posible, debido a la ubicación aleatoria de los árboles susceptibles y al daño que se ocasionaría a los árboles sanos. Aún si la extracción fuera posible, no podría haber reposición, con la consecuente subutilización del área. En el segundo caso, con los clones ubicados en bloques monoclonales, los clones atacados pueden ser cosechados con facilidad y reemplazados inmediatamente por clones resistentes, sin pérdida de tiempo, recursos ni subutilización del área (Libby y Rauter 1984).

Con respecto a la calidad del sistema radical de las estacas, la experiencia de muchos programas clonales indica que los árboles originados por estacas no son inferiores a los originados por semilla en cuanto a sus sistemas radicales. En cualquier caso, la calidad del sistema de raíces es justamente una de las características de selección de los clones, y existen tratamientos que permiten mejorar la calidad del sistema radical formado.

Otro problema que a veces se le atribuye a la propagación vegetativa, se refiere a los mayores costos de producir una enraizada en comparación con producir una planta por semilla. Los costos ciertamente son más altos mientras se consolida el sistema y se desarrollan líneas de operación, pero en

---

cualquier caso, las sustanciales ganancias genéticas logradas mediante la propagación vegetativa compensarán con creces cualquier aumento en los costos de producción.

Otra de las desventajas asociadas con el uso de estacas, particularmente cuando se comparan con la micropropagación, es la baja tasa de multiplicación y la necesidad por especies más grandes asociados al primer sistema. La relevancia de estos argumentos es discutible. Por ejemplo, los dos millones de estacas enraizadas de *Eucalyptus grandis* que requiere anualmente la empresa Cartón de Colombia para plantar 1.800 ha son suplidas por un jardín de multiplicación de tan solo una hectárea de extensión (Lambeth y López 1988). Con respecto a economía de espacio de la micropropagación, eso es indudablemente cierto durante las primeras etapas del programa; sin embargo, al entrar en la fase operacional, las microestacas también deben pasar por una etapa de vivero y acondicionamiento, al igual que las estacas enraizadas, de manera que la ventaja inicial de la micropropagación se pierde subsecuentemente.

## Conclusiones

Los trabajos entre el CATIE y el ITE han mostrado que la propagación clonal puede ser adoptada por programas pequeños de desarrollo rural, utilizando propagadores de subirrigación, que no requieren de equipos ni materiales caros y sofisticados. El uso de estos propagadores elimina una de las principales desventajas atribuidas comúnmente a los sistemas de propagación vegetativa, como es la necesidad de grandes inversiones. Los estudios del CATIE y el ITE produjeron los primeros informes acerca del enraizamiento exitoso de especies como *A. guachapele*, *A. acuminata*, *C. odorata* y *V. guatemalensis*, y lograron adaptar la técnica para la propagación de otras especies consideradas anteriormente como difíciles de enraizar, ej *C. alliadora*. La propagación vegetativa es asimismo una herramienta valiosa para la conservación, multiplicación y aprovechamiento de germoplasma en peligro de extinción y permite eliminar la dependencia hacia el uso de semillas, cuyo abastecimiento es una limitante en muchas latifoliadas tropicales.

El sistema de propagación por subirrigación pone al alcance del pequeño y mediano productor de la región, las ventajas de la silvicultura clonal, que hasta hace poco estaban restringidas a grandes compañías. La implementación del sistema requiere ciertos ensayos previos para definir los mejores tratamientos en las especies involucradas y cierta capacidad técnica, así como un control cuidadoso para el manejo de la variabilidad genética en las plantaciones. Por estas razones, no se espera que la tecnología sea adoptada e implementada por pequeños finqueros individuales, sino por grupos organizados bajo una adecuada guía técnica, que pueda garantizar estas condiciones mínimas. Este es el enfoque que se ha adoptado en Costa Rica, donde a través de un centro agrícola regional se ha logrado la implementación exitosa del sistema y se han establecido las primeras plantaciones clonales experimentales. Estas primeras experiencias, con la especie *G. arborea*, demuestran la factibilidad del sistema y el potencial de la silvicultura clonal en cuanto a ganancia genética se refiere.

Uno de los principales obstáculos a la reforestación en la región lo constituye la mala imagen brindada por tantas plantaciones fallidas, de mala forma y crecimiento originadas de semilla de mala calidad genética. Se espera que el ejemplo de plantaciones clonales de alta calidad sea un factor de estímulo a los programas de reforestación, los cuales eventualmente puedan proporcionar la madera y otros productos forestales que la población requiere. De esta manera se estará contribuyendo positivamente a la conservación de los recursos genéticos forestales remanentes en la región.



## Literatura citada

- BLAZICH, F. A. 1988. Chemicals and formulations used to promote adventitious rooting. *In*: Davis, TD, Haissig, BE y Sankhla N (eds) Adventitious Root Formation in Cuttings, Portland, Oregon. BE Dioscorides Press, pp 132-149.
- BURDON, R. D. 1989. When is cloning of an operational scale appropriate?. *In*: Gibson, GL y Matheson, AC (eds) Breeding tropical trees: Population structure and genetic improvement strategies in clonal and seeding forestry. Proc. IUFRO Conference, Pattaya, Thailand, Nov. 1984. Oxford Forestry Institute, Oxford, United Kingdom and Winrock International, Arlington, Virginia, USA. pp 9-27.
- DÍAZ E. R. A. ; SALAZAR, R; MESÉN, F. 1991. Enraizamiento de estacas juveniles de *Cedrela odorata* L. Turrialba, Costa Rica, CATIE. Silvoenergía N° 49.
- FAO 1993. Forest Resources Assessment 1990: tropical countries. FAO, Rome. Forestry paper. 106 p.
- LAMBETH, C. C.,; LÓPEZ, J. 1988. Programa clonal de mejoramiento de árboles de *Eucalyptus grandis* para Cartón de Colombia. Smurfit Cartón de Colombia, Investigación Forestal. Informe de Investigación N° 120. 5 p.
- LEAKEY, R. R. B. 1988. Vegetative propagation consultancy: CATIE, Costa Rica. Report to the Overseas Development Administration, ODA/NERC, Contract N° OMC 527/093/003 A. Institute of Terrestrial Ecology, Bush Estate, Penicuik, Midlothian. 50 p. (Unpublished).
- LEAKEY, R. R. B.; MESÉN, F.; TCHOUNDJEU, Z.,; LONGMAN, K. A., DICK, J. M. C. P.,; NEWTON. A. ; MATIN, A.; GRACE, J.; MUNRO, R. C; MUTOKA, P. N. 1990. Low-technology techniques for the vegetative propagation of tropical trees. Commonwealth Forestry Review 69(3):247-257.
- LEAKEY, R.R.B.; MESÉN F. 1991. Propagación vegetativa de especies forestales: enraizamiento de estacas suculentas. *In*: Cornelius, JP, Mesén, JF y Corea, E (eds) Manual sobre Mejoramiento Genético con referencia especial a América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. pp 113-133.
- LIBBY, W. J.; RAUTER, R. M. 1984. Advantages of clonal forestry. The Forestry Chronicle 145-149.
- LOACH, K. 1988. Controlling environmental conditions to improve adventitious rooting. *In*: Davis, TD, Haissig, BE y Sankhla, N (eds) Adventitious Root Formation in Cuttings, Portland, Oregon. BE Dioscorides Press. pp 248-273.
- MESÉN, J. F.; LEAKEY R.R.B.; NEWTON, A. C. 1992. Hacia el desarrollo de técnicas de silvicultura clonal para el pequeño finquero. El Chasqui 28:6-18.
- MESÉN, J. F. 1993. Vegetative propagation of Central American hardwoods. Ph.D. Thesis, University of Edinburgh, Institute of Terrestrial Ecology, Edinburgh, Scotland. 231 p.( Anexes).
- NEWTON, A. C.; MESÉN, J. F.; DICK, J. M.C. P.; LEAKEY, R.R.B. 1992. Low technology propagation of tropical trees: rooting physiology and its practical implications. *In*: Mass Production Technology for Genetically Improved Fast Growing Forest Tree Species. AFOCEL, Nangis, France. pp 417-424.
- NEWTON, A. C; JONES A. C. 1993. Characterisation of microclimate of mist and non-mist propagation systems. Journal of Horticultural Science 68(3):421-430.
- ZOBEL B. 1992. Vegetative propagation in production forestry. Journal of Forestry 90:29-33.

---

## ***Tema 3***

# ***Fenología de Especies Forestales***

# Floración y Fructificación de siete especies forestales tropicales en las Tierras Bajas Húmedas del Atlántico de Costa Rica

Eugenio González, Richard Fisher \*

La información fenológica sobre especies forestales es insuficiente y la información existente no se ha registrado de manera sistemática, esto limita la planificación de actividades forestales como regeneración o establecimiento de plantaciones. Para conocer su fenología, se seleccionaron árboles semilleros de *Calophyllum brasiliense*, *Dipteryx panamensis*, *Stryphnodendron microstachyum*, *Terminalia amazonia*, *Virola koschny*, *Vochysia ferruginea* y *guatemalensis*. Durante, tres años se recuperó información mensualmente sobre floración y fructificación en cada especie. *H. alchorneoides* y *V. koschnyi* mostraron dos picos anuales de floración, la caída de frutos ocurrió uno o dos meses después de la floración. Las otras especies mostraron un pico anual de floración y fructificación. *V. ferruginea*, *V. guatemalensis* y *S. microstachyum* mostraron floración principalmente durante mayo y junio; no obstante las especies *Vochysia* mostraron frutos aproximadamente un mes después de la floración, mientras los frutos de *S. microstachyum* maduraron después de cuatro meses. No se detectaron diferencias en los períodos de floración y fructificación de *C. brasiliense* y *T. amazonia*. La intensidad de floración y fructificación mostraron en general, baja variación entre años. Se discute posible influencia de las condiciones climáticas sobre el comportamiento fenológico de las especies en estudio, así como las implicaciones prácticas de dicho comportamiento sobre la recolección comercial de semillas.

## Introducción

Varios estudios fenológicos en comunidades tropicales han sido realizados (Daubenmire, 1972; Frankie *et al.* 1974; Croat 1975; Opler *et al.* 1976; Wright 1991; Borchert 1994); no obstante, aún no está claro cuáles son los factores reguladores de la floración y fructificación de estas especies. Longman (1978), Ashton *et al.* (1988) y Wright y van Schaik (1994) señalan que factores físicos como el fotoperíodo y la temperatura, pueden afectar directamente dicho fenómeno; sin embargo, dada la pequeña variación de éstos en los trópicos, su importancia es relativa (Borchert 1980, 1983). Otros autores consideran que la disponibilidad de agua en el suelo es el factor más determinante en la fenología de especies tropicales (Alvim y Alvim 1978; Fournier y Herrera 1986; Bullock y Solís-Magallanes 1990; Borchert 1994; Wright 1991). A nivel de ecosistema, Wright (1991) observó que siete especies del sotobosque presentan actividad fenológica (producción de hojas y floración) en respuesta a cambios en el contenido de agua del suelo. Observaciones similares fueron reportadas por Borchert (1980, 1991, 1994) en árboles de la zona de vida bosque seco tropical. A nivel de especie, los resultados fueron similares a los señalados anteriormente (Borchert 1980; Reich y Borchert 1982; Fournier y Herrera 1986).

---

\*Dept. of Forest Science, Texas A & M University, College Station

---

Además de factores físico-ambientales deben considerarse, las interacciones planta-biota. De esta forma, la actividad fenológica de las especies puede estar determinada por las condiciones óptimas para la dispersión de las semillas (Janzen 1967); germinación (Garwood 1983) o la actividad de herbívoros (Aide 1988) y polinizadores (Auspurger, 1981).

Aunque existen estudios sobre la fenología de árboles tropicales, desde el punto de vista silvícola, la utilidad práctica es limitada, dado que en su mayoría han sido realizados a nivel de ecosistema (Frankie *et al.* 1974; Opler *et al.* 1976), incluyendo por lo general especies sin valor comercial. Además, raramente estas investigaciones comprenden más de un año de observaciones, y muchas veces se basan en un reducido número de árboles (menos de 5). Con el objetivo de seleccionar árboles semilleros y recopilar información fenológica detallada para la recolección de semillas, se identificaron y observaron árboles maduros de siete especies forestales en La Estación Biológica La Selva. Las especies fueron seleccionadas de acuerdo al potencial de adaptabilidad y crecimiento observado en condiciones de plantación en las tierras bajas del Atlántico de Costa Rica (Espinoza y Butterfield, 1990; Butterfield 1993)

## **Materiales y métodos**

Las observaciones fenológicas se realizaron en árboles del bosque natural de la Estación Biológica La Selva, Costa Rica (10° 26' N, 83° 59' O). De acuerdo al sistema de clasificación de zonas de vida de Holdridge, la Estación se localiza en la zona de vida bosque húmedo tropical. La temperatura media anual es de 25 °C y la precipitación media anual de 3991 mm (Hartshorn, 1983). Generalmente llueve todos los meses y el período más seco, entre febrero y mayo.

Se realizó un censo de los árboles maduros (subjettivamente definidos de acuerdo al dap y altura total) de cada especie. Los árboles fueron seleccionados de acuerdo al método de valoración individual, considerando las siguientes características en orden de importancia: Rectitud del fuste, ausencia de bifurcaciones y de ramas gruesas, condición de la copa, ausencia de grano espiral y de plagas y enfermedades.

Los árboles fueron observados mensualmente por tres años (mayo 1992 - mayo 1995), con la excepción del período, julio a noviembre de 1994. La floración y fructificación fue evaluado cualitativa y cuantitativamente de acuerdo a Fournier (1974). Así, la magnitud de las características observadas se estimó subjettivamente en una magnitud de 0 a 4 (Fournier 1974).

Para cada especie se presentan los resultados mensuales de acuerdo al número relativo de individuos en los cuales las características fueron observadas. Se estimó la magnitud media mensual para la floración y fructificación (Fournier, 1974). El coeficiente de variación (CV) de la magnitud media mensual estimada se utilizó como indicador de la regularidad del evento (CV 173.2 máximo si la magnitud es irregular, 0 si es regular). Se realizaron correlaciones simples entre el valor relativo mensual de las características y la precipitación y temperatura de la Estación.

## **Resultados y Discusión**

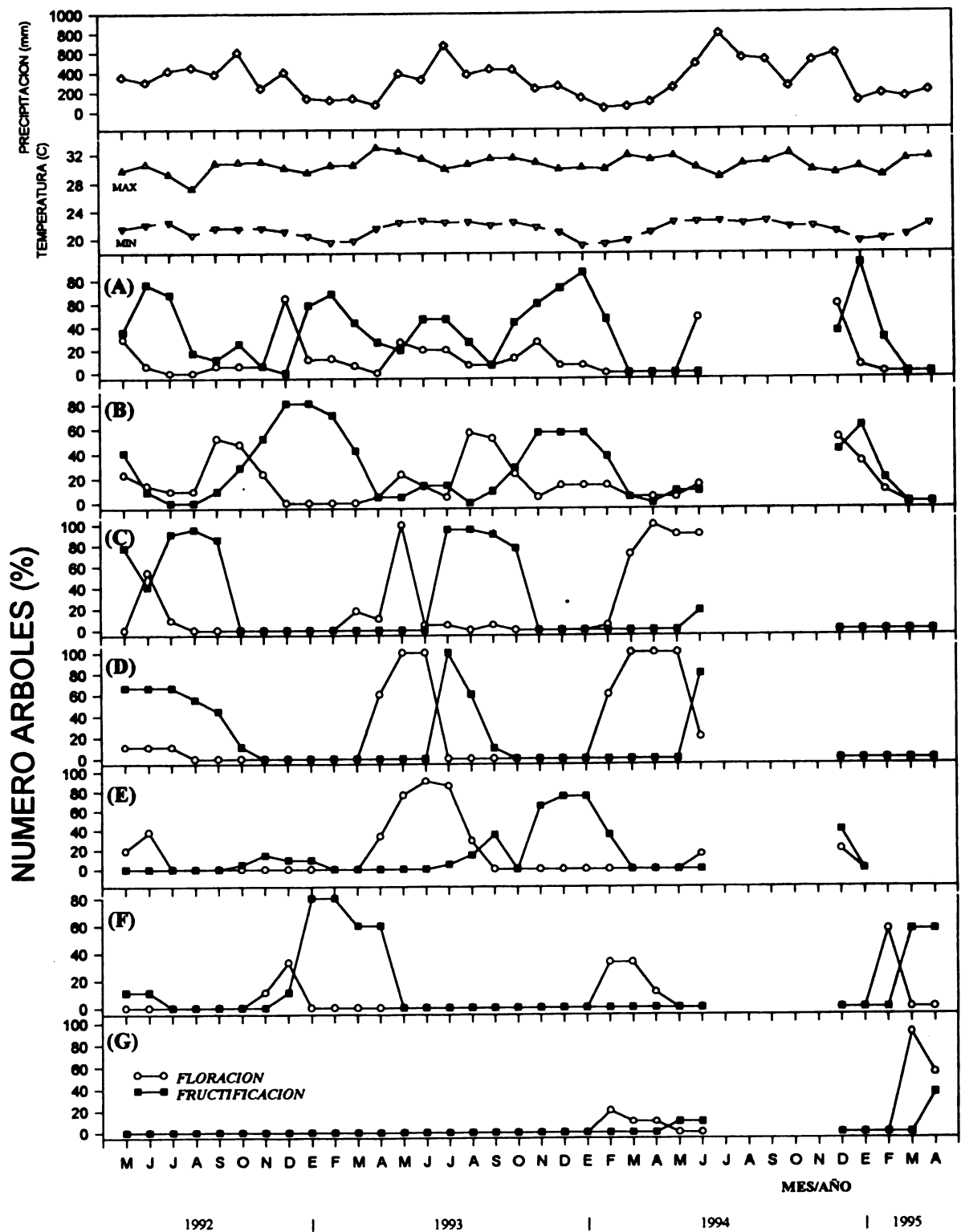
De acuerdo al patrón de floración, las especies se pueden clasificar en tres grupos. En el primero se ubican *H. alchorneoides* y *V. koschnyi*, las cuales presentaron dos picos de producción de flores (Figura 1). *H.*

*alchorneoides* tuvo un pico de floración en mayo y junio de cada año, y en diciembre y enero. *V. koschnyi* presentó un pico en la floración entre agosto y octubre, coincidiendo el más evidente entre setiembre y octubre. En un segundo grupo se ubican *S. microstachyum*, *T. amazonia*, *V. ferruginea* y *V. guatemalensis*, con un único pico anual en la floración (Fig. 1, Cuadro 2). En un tercer grupo se encuentra *C. brasiliense*, sin un patrón definido en la floración (Fig. 1).

**Cuadro 1.** Correlación simple (r) entre las características fenológicas y variables climáticas.

Especie/características	Temperatura			
	Precipitación	Máxima	Mínima	Media
<i>Calophyllum brasiliense</i> Ambess	0.230 ns	-0.192 ns	-0.147 ns	-0.207 ns
Floración	-0.469 **	-0.255 ns	-0.357 ns	-0.369 *
Fructificación				
<i>Hyeronima alchorneoides</i> Allemao				
Floración	0.477 **	-0.116 ns	0.184 ns	0.040 ns
Fructificación	-0.209 ns	-0.280 ns	-0.382 *	-0.399 *
<i>Stryphnodendron microstachyum</i> Popp. et Endl.				
Floración	0.347 ns	0.317 ns	0.520 **	0.512 **
Fructificación	-0.325 ns	-0.131 ns	-0.433 *	-0.345 ns
<i>Terminalia amazonia</i> (J.F.Gmel) Exell				
Floración	-0.284 ns	0.189 ns	-0.108 ns	0.050 ns
Fructificación	-0.291 ns	-0.089 ns	-0.338 ns	-0.257 ns
<i>Virola koschnyi</i> Warb.				
Floración	0.431 *	-0.032 ns	0.139 ns	0.062 ns
Fructificación	-0.214 ns	-0.251 ns	-0.539 **	-0.470 *
<i>Vochysia ferruginea</i> Mart.				
Floración	-0.016 ns	0.338 ns	0.316 ns	0.392 ns
Fructificación	0.551 **	-0.267 ns	0.421 *	0.091 ns
<i>Vochysia guatemalensis</i> Donn. Sm.				
Floración	-0.216 ns	0.484 **	0.249 ns	0.440 *
Fructificación	0.569 **	-0.357 ns	0.433 *	0.512 **

ns = no significativo; \* = significativo (p < 0.05); \*\* = significativo (p < 0.01)



**Figura 1.** Precipitación, temperatura, floración y fructificación de siete especies forestales tropicales por tres años. A: *H. alchorneoides*, B: *V. koschnyi*, C: *V. ferruginea*, D: *V. guatemalensis*, E: *S. microstachyum*, F: *C. brasiliense* y G: *T. amazonia*, en el bosque tropical húmedo de Costa Rica.

La fructificación tuvo un patrón similar al de la floración (Fig. 1). *H. alchorneoides* y *V. koschnyi* tuvieron dos picos anuales en la fructificación, para ambas especies entre enero y febrero, y de junio a julio. Las dos especies de *Vochysia* fructificaron invariablemente e inmediatamente después de la floración entre agosto y setiembre; mientras que *S. microstachyum* lo hizo entre diciembre y enero. *C. brasiliense* y *T. amazonia* parecen no presentar una fructificación anual, no obstante ambas especies aparentemente mantienen una época definida en la fructificación (Fig. 1).

Los patrones de floración y fructificación son comparables a observaciones previas realizadas para algunas de las especies estudiadas. Frankie *et al.* (1974) encontraron un comportamiento similar para *H. alchorneoides* y *V. koschnyi* en la Estación Biológica La Selva, con dos picos de floración y fructificación, los cuales coinciden en la época de ocurrencia. Estos autores reportaron también una floración y fructificación anual para *S. microstachyum*, *V. Ferruginea* y *V. guatemalensis*, tal y como se encontró en el presente trabajo.

De las variables climáticas correlacionadas con las características fenológicas, la precipitación parece explicar mejor el comportamiento de las especies; sin embargo, esto dependió de la especie y la característica fenológica considerada (Cuadro 2). La floración de *H. alchorneoides* y *V. koschnyi*, y la fructificación de *V. ferruginea* y *V. guatemalensis* parecen estar parcialmente correlacionadas con la precipitación (Cuadro 1, Fig. 1). Con respecto a la floración, el efecto de la precipitación se refleja indirectamente en la disponibilidad de agua en el suelo, lo cual ha sido señalado como activador de ciertas características fenológicas en algunas especies del bosque seco tropical (Janzen 1967; Reich y Borchert 1982; Bullock y Solis-Magallanes, 1990; Boschert, 1994). Aunque el sitio de estudio no presenta una época seca definida, la época de floración para *H. alchorneoides* y *V. koschnyi* es similar al de las especies del bosque seco, iniciándose antes o durante los meses con menos lluvia. La correlación positiva y significativa entre la precipitación y la fructificación de ambas especies de *Vochysia* podría interpretarse como un mecanismo adaptativo de las especies para la germinación de las semillas, como fue sugerido por Janzen (1967) y Garwood (1983). Ambas especies tienen semillas recalcitrantes (González, E., datos no publicados, 1995), las cuales requieren abundante humedad para mantener la viabilidad después de la dispersión.

Aunque no se encontró un patrón definido, la temperatura mínima parece estar ligeramente correlacionada con la floración de *S. microstachyum* y la fructificación de *H. alchorneoides*, *S. microstachyum*, *V. koschnyi*, *V. ferruginea* y *V. guatemalensis* (Cuadro 1). La fructificación de *H. alchorneoides*, *S. microstachyum* y *V. koschnyi* tuvo una correlación negativa, lo que podría indicar un mayor efecto de los cambios de temperatura sobre su comportamiento fenológico. La fructificación de ambas especies de *Vochysia* parece responder en forma positiva a la temperatura. Desafortunadamente los efectos fisiológicos que la temperatura puede tener en los ritmos internos de estas especies no se conocen, por lo que es difícil obtener una acertada explicación a lo encontrado. No obstante diferencias mínimas en temperatura de 5 °C pueden afectar el ritmo de crecimiento y en general la fisiología de árboles tropicales (Longman 1978; Ashton *et al.* 1988).

Al analizar la magnitud de la floración y fructificación de estas especies se encontró que en promedio y con pocas excepciones, dichos eventos ocurrieron con una magnitud menor al 50 % (magnitud observada menor a 2) (Cuadro 2), lo cual puede resultar de las diferencias en la intensidad mensual o a diferencias en la sincronización de un año a otro, lo cual fue observado para algunas de estas especies por Frankie *et al.* (1974). Las dos especies de *Vochysia* presentaron una época bien definida en la floración y fructificación, y la mayor magnitud y regularidad (Cuadro 2). La baja

**Cuadro 2.** Magnitud y variación (C.V.) de las características fenológicas observadas por tres años en varias especies del bosque tropical húmedo de Costa Rica. <sup>1</sup>

Mes	Especie						
	<i>C. brasiliense</i>	<i>H. alchorneoides</i>	<i>S. microstachyum</i>	<i>T. amazonia</i>	<i>V. koschnyi</i>	<i>V. ferruginea</i>	<i>V. guatemalensis</i>
<b>Arboles observados</b>							
	9 (69.2)	17 (25.4)	21 (12.4)	9 (47.4)	21 (16.4)	22 (55.0)	10 (47.6) <sup>2</sup>
<b>Floración</b>							
Enero	0	1.2 (24.7)	0	0	1.1 (92.3)	0	0
Febrero	0.7 (86.6)	0.3 (173.2)	0	0.3 (173.2)	1.3 (86.6)	0.3 (173.2)	0
Marzo	0.3 (173.2)	0.3 (173.2)	0	0.5 (173.2)	0.3 (173.2)	1.0 (89.9)	0.4 (173.2)
Abril	0.3 (173.2)	0	0.3 (173.2)	0.8 (100.0)	0.7 (86.6)	1.2 (96.1)	2.1 (3.4)
Mayo	0	1.0 (100.0)	1.0 (86.7)	0	1.0 (173.2)	2.5 (32.8)	2.6 (25.0)
Junio	0	1.7 (18.3)	1.7 (15.6)	0	1.9 (45.0)	1.9 (0)	2.4 (23.3)
Julio	0	1.0 (141.4)	0.6 (141.4)	0	1.9 (45.0)	1.0 (0)	1.0 (140.0)
Agosto	0.3 (173.2)	0.5 (141.4)	0.8 (141.4)	0	1.0 (5.6)	0.3 (173.2)	0
Setiembre	0	1.0 (0)	0	0	1.8 (48.1)	0	0
Octubre	0	0	0	0	0.8 (141.4)	0	0
Noviembre	0	1.2 (18.4)	0	0	0.8 (141.4)	0	0
Diciembre	0.4 (173.2)	1.6 (34.8)	0.3 (173.2)	0	1.0 (87.2)	0	0
<b>Fructificación</b>							
Enero	0.7 (86.6)	1.5 (19.9)	1.0 (0)	0	1.5 (9.7)	0	0
Febrero	0.7 (86.6)	1.1 (15.7)	0.3 (173.2)	0	1.1 (10.8)	0	0
Marzo	0.8 (88.8)	0.3 (173.2)	0	0	1.3 (86.6)	0	0
Abril	0.8 (91.7)	0.3 (173.2)	0	0.3 (173.2)	0	0	0
Mayo	0.3 (173.2)	1.4 (105.0)	0	0.3 (173.2)	0.8 (173.2)	0	0
Junio	0.3 (173.2)	1.1 (88.4)	0	0.3 (173.2)	0.8 (88.8)	1.4 (88.5)	1.1 (91.1)
Julio	0	1.5 (37.7)	0.3 (173.2)	0	0.4 (173.2)	1.5 (43.9)	1.4 (40.4)
Agosto	0	1.3 (0)	0.3 (173.2)	0	0	1.2 (0)	1.2 (12.9)
Setiembre	0	1.3 (28.3)	0.3 (173.2)	0	1.5 (0)	1.0 (0)	1.0 (0)
Octubre	0	1.0 (0)	0.3 (173.2)	0	0.3 (172.3)	0	0.5 (141.4)
Noviembre	0	1.5 (43.9)	1.2 (8.4)	0	1.5 (0)	0	0
Diciembre	0	1.0 (90.4)	1.2 (24.7)	0	1.4 (17.1)	0	0

<sup>1</sup> Magnitud de 0 a 4 (0 = Característica no observada; 4 = entre 75-100% de intensidad)

<sup>2</sup> En paréntesis el porcentaje respecto al total de árboles identificados pero no seleccionados en la Estación



---

variabilidad sugiere que además de los factores climáticos, la fenología de éstas puede depender de la participación de factores internos (hormonas) (Borchet 1975, 1980).

*H. alchorneoides*, *S. microstachyum* y *V. koschnyi* a pesar de su magnitud menor al 50% para ambos eventos, éstos fueron relativamente regulares (Cuadro 2). La relativa regularidad en la floración de *V. koschnyi* es esperada, dado que esta especie depende de la floración sincronizada para la polinización (Frankie *et al.* 1974). *C. brasiliense* y *T. amazonia* tuvieron baja magnitud y alta irregularidad en la floración y fructificación (Cuadro 2), lo que no es explicable con las observaciones de este trabajo. Para las especies estudiadas otros factores físicos no evaluados (fotoperíodo, nubosidad, radiación solar, velocidad del viento, humedad relativa) podrían haber afectado también el comportamiento fenológico.

Para ambas especies de *Vochysia* y *S. microstachyum*, los resultados indican una marcada periodicidad y regularidad en la floración y fructificación lo que facilita la recolección de semillas, siendo la producción pico entre junio y agosto de cada año para las *Vochysia* y entre noviembre-enero para *S. microstachyum*. En relación a *H. alchorneoides* y *V. koschnyi*, se pueden coleccionar semillas dos veces al año (noviembre-enero, junio-julio), con una mayor magnitud para el primer período. Desafortunadamente para *C. brasiliense* y *T. amazonia* no se observaron períodos definidos y regulares en la floración y fructificación, lo que implica mantener una observación permanente de los árboles semilleros. Es necesario aclarar que estos resultados pueden variar para otras regiones donde las especies ocurren naturalmente.

## **Agradecimientos**

A O. Herrera y J.M. Sánchez por la asistencia en las observaciones de campo, y a J. Pérez por la revisión del manuscrito. A la Organización para Estudios Tropicales por el apoyo logístico y administrativo; a la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central de Costa Rica (FUNDECOR) y a la Fundación John D. & Catherine T. MacArthur por el apoyo financiero.

## Literatura citada

- AIDE, T. M. 1988. Herbivory as selective agent on the timing of leaf production in a tropical understory community. *Nature* 336: 574-575.
- ALVIM P. DE T. Y ALVIM, R. 1978. Relation of climate to growth periodicity in tropical trees. In P.B. Tomlinson y M.H. Zimmerman (Eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, . pp. 445-464.
- ASHTON, P.S.; GIVNISH, T.J. y APPANAH. S. 1988. Stagered flowering in the Dipterocarpaceae: new insights into floral induction and the evolution of mass fruit in aseasonal tropics. *Amer. Nat.* 132: 44-66.
- AUSPURGER, C.K. 1981. Reproductive synchrony of a tropical shrub: experimental studies on effects of pollinators and seed predators on *Hybanthus prunifolius* (Violaceae). *Ecology* 62: 775-788.
- BORCHERT, R. 1975. Endogenous shoot growth rhythms and indeterminate shoot growth in oak. *Physiol. Plant.* 35: 152-157.
- \_\_\_\_\_. 1980. Phenology and ecophysiology of tropical trees: *Erythrina poeppigiana* P.F. Cook. *Ecology* 61: 1065-1074.
- \_\_\_\_\_. 1983. Evolutinary trends in the Central American species of *Piper* (Piperaceae): *Brittonia* 24: 356-362.
- \_\_\_\_\_. 1994. Soil and stem water storage determine phenology and distribution of tropical dry forest trees. *Ecology* 75: 1437-1449.
- BULLOCK, S.H. Y SOLÍS-MAGALLANES, A. 1990. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica* 22: 22-35.
- BUTTERFIELD, R.P. 1993. Tropical timber species growth in the atlantic lowlands of Costa Rica and wood variation of two native species. Tesis Ph.D., Universidad Estatal de Carolina del Norte, Raleigh, North Carolina. 54 p.
- CROAT, T.B. 1975. Phenological behavior of habitat and habitat classes on Barro Colorado Island (Panama Canal Zone). *Biotropica* 7: 270-277.
- DAUBENMIRE, R. 1972. Phenology and other characteristics of tropical semi-deciduous forests in northwestern Costa Rica. *J. Ecol.* 60: 147-170.
- ESPINOZA, M. y BUTTERFIELD, R.P. 1990. Adaptabilidad de 13 especies nativas maderables bajo condiciones de plantación en las tierras bajas húmedas del Atlántico, Costa Rica. In R. Salazar (Ed.). *Manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple*. Actas Reunión IUFRO, Guatemala, Abril 1989. CATIE. Turrialba, Costa Rica. pp. 159-172.
- FOURNIER, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. *Turrialba* 24 (4): 422-423.
- FOURNIER, L.A. Y HERRERA, M. E. 1986. Fenología y ecofisiología de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, "Madero negro" en Ciudad Colón, Costa Rica. *Rev. Biol. Trop.* 34: 283-288.
- FRANKIE, G.W.; BAKER, H.G. Y OPLER, P.A. 1974. Comparative phenological studies of trees in tropical wet and dry forests in the lowlands of Costa Rica. *J. Ecol.* 62: 881-919.
- GARWOOD, N.C. 1983. Seed germination in a seasonal tropical forest in Panama: A community study. *Ecol. Monogr.* 53: 159-181.

- 
- HARTSHORN, G.S. 1983. Plants. *In* D.H. Janzen (Ed.). *Costarican Natural History*. University of Chicago Press, Chicago. pp. 118-183.
- JANZEN, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution* 21: 620-637.
- LONGMAN, K.A. 1978. Control of shoot extension and dormancy: external and internal factors. *In* P.B. Tomlinson y M.H. Zimmerman (Eds.). *Tropical trees as living systems*. Cambridge University Press, Cambridge. pp. 465-495.
- OPLER, P.A.; FRANKIE, G.W. Y BAKER, H.G. 1976. Rainfall as a factor in the synchronization, release and timing of anthesis by tropical trees and shrubs. *J. Biogeogr.* 3: 231-236.
- REICH, P.B. Y BORCHERT, R. 1982. Phenology and ecophysiology of the tropical tree, *Tabebuia neochrysantha* (Bignoniaceae). *Ecology* 63: 294-299.
- WRIGHT, S.J. 1991. Seasonal drought and phenology of understory shrubs in a tropical moist forest. *Ecology* 72(5): 1643-1657.
- WRIGHT, S.J. y van SCHAIK, C. 1994. Light and the phenology of tropical trees. *American Naturalist* 143: 192-199.

---

# Fenología y su utilidad en domesticación de especies

Ileana Moreira y Elizabeth Arnáez\*

El estudio de los diferentes eventos biológicos que sufre una planta en su papel dentro del ecosistema, tales como floración, fructificación se conoce como fenología; por tanto se hace necesario incorporar en todos los procesos de domesticación de las especies forestales, los estudios de seguimiento fenológico de los individuos que conforman las diferentes poblaciones. Se realizó el seguimiento fenológico de seis especies forestales nativas de la Zona Huetar Norte de Costa Rica: lagarto (*Zanthoxylum mayanum*), vainillo (*Stryphnodendrom excelsum*), almendro (*Dipterix panamensis*), pilón (*Hieronyma oblonga*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), cebo (*Vochysia guatemalensis*), ubicadas en diferentes áreas bioclimáticas. Los resultados son incorporados en los planes de manejo de estas especies, por parte del Laboratorio de Semillas Forestales del ITCR.

## Introducción

Los diferentes eventos biológicos que sufre una planta tales como brotación, follaje, floración, fructificación son estudiados en relación con los cambios biológicos estacionales por la fenología.

Los organismos responden a los cambios ambientales, desarrollando características propias de su comportamiento ontogénico. En el trópico, las especies vegetales presentan oscilaciones periódicas de crecimiento, floración, fructificación, caída del follaje y brotación, no muy notorias, pero a pesar de que las diferencias estacionales no son muy evidentes, las especies tienen ciertas respuestas al variar la precipitación, períodos secos, longitud del día, entre otros. Sin embargo, no se sabe si los disparadores de estos eventos son endógenos (ejemplo, características hereditarias) o si más bien obedecen a factores externos tales como clima y suelo.

Los estudios fenológicos no solo deben enfocarse a comunidades, sino a las especies en rangos de variación altitudinal o variaciones bioclimáticas y deben contemplar características de edad, tamaño, posición de yemas en la planta, sexo, características genéticas, ambiente, longitud de raíces y tipo de suelo. Los resultados del estudio de estos comportamientos contribuyen a formular planes de manejo más adecuados a los ecosistemas tropicales, ya sea desde el punto de vista silvicultural, recreativo, turístico, científico o de la biología reproductiva de la especie.

El desconocimiento del comportamiento general de las especies nativas localizadas en remanentes de bosque o en áreas protegidas, hace necesario estudiar estos aspectos de biología reproductiva e incorporarlos en los procesos de domesticación de las mismas, contribuyendo así a la formulación de los planes de manejo de los recursos fitogenéticos.

---

\*Instituto Tecnológico de Costa Rica

## Materiales y Métodos

Este estudio se realizó en la Zona Huetar Norte de Costa Rica, donde se ha dividido la región en zonas bioclimáticas, mediante la sobreposición de mapas de clima y suelo. Se tomaron cuatro zonas bioclimáticas y se eligieron seis especies forestales nativas: lagarto (*Zanthoxylum mayanum*), vainillo (*Stryphnodendrom excelsum*), almendro (*Dipterix panamensis*), pilón (*Hieronyma oblonga*), botarrama (*Vochysia ferruginea*), cebo (*Vochysia guatemalensis*)

De cada especie se marcaron 10 individuos en las zonas bioclimáticas, para un total de 40 individuos por zona por especie y una muestra global de 240 árboles. Para las observaciones se siguió la metodología recomendada por Fournier, donde a cada característica se le otorga un valor, según la abundancia del fenómeno en el árbol.

Características/mes fenológicas	M e s e s											
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Brotadura de follaje												
Follaje												
Brotadura de flor												
Floración												
Fruto verde												
Fruto maduro												
Observaciones												

Si la característica fenológica

observada (Ej. floración) está ausente,	valor = 0		
si se presenta de: 1 - 25%,	valor = 1	50-75%,	valor = 3
25 - 50%,	valor = 2	75-100%,	valor = 4

Una vez obtenida la numeración (0, 1, 2, 3, 4), en cada observación de todos los individuos, se determina el valor fenológico, sumando cada una de las características por mes de cada uno de los individuos y se saca un promedio del valor con estos datos; se realizan los dendrofenogramas con los valores fenológicos durante el período de observación.

Además de las observaciones del comportamiento vegetativo y reproductivo de las especies, se debe obtener información de las principales características climáticas, tomando como base la estación meteorológica más cercana al sitio. Se recomienda también recopilar datos mensualmente sobre: precipitación, humedad relativa, temperatura, (máxima y mínima) y brillo solar. Se debe tomar en cuenta el tipo de suelo y sus características químicas y físicas. Además del dendrofenograma, se realizan correlaciones entre los diferentes parámetros climáticos por medio de una regresión lineal múltiple.

## Resultados y Conclusiones

Algunos de los resultados obtenidos se muestran en los siguientes cuadros:

**Cuadro 1.** Resumen del comportamiento fenológico de *Dypterix panamensis* (almendro) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 1993-1994.

	Blanco Incept-H <sup>1</sup>	Celeste Ult-H <sup>2</sup>	Verde Ult MH <sup>3</sup>
Brot. Follaje	Variable	setiembre 93 marzo 94  resto constante y poco %	Variable poco todo año
Follaje	marzo-mayo disminuye	más o menos constante todo el año  abril y mayo 94	más o menos constante todo el año
Brot Flor	mayo-agosto	junio-setiembre (mayor en julio y agosto) Poco %	abril-julio (poco y junio 30%)
Flor	agosto-setiembre 93  mayo-set 94 (mayor en julio)	julio-octubre 94 (poco)  mayor de agosto a setiembre	junio-setiembre (julio más o menos 37.5%)
Fruto V	setiembre- enero (mayor % setiembre-octubre)  julio-noviembre 94 (mayor en setiembre)	set. 93-enero 94 agosto 94-nov 94	octubre 93- enero 94 (más o menos 60%) julio-noviembre 94 (mayor octubre- noviembre más o menos 80%)
Fruto M	diciembre 93-marzo 94 (poco %)	enero-abril 94 mayor % entre enero y febrero	enero-marzo (mayor enero 63%)

1 = blanco inceptisol húmedo    2 = celeste ultisol húmedo    3 = verde ultisol muy húmedo

**Cuadro 2.** Resumen del comportamiento fenológico de *Hieronyma oblonga* (pilón) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 1993-1994

	Verde Ult. MH <sup>1</sup>	Amarillo Inc- MH <sup>2</sup>	Blanco. Incept- H <sup>3</sup>	Celeste Ult- H <sup>4</sup>
Brot. Follaje	Cada año, más o menos constante	Más o menos constante cada año	Variable más o menos cada año	Variable año
Follaje	Cada año más o menos constante	Más o menos constante cada año	más o menos constante cada año	más o menos constante cada año
Flor*	Nov-Diciembre	Nov-diciembre	nov-diciembre	nov-diciembre
	junio	junio	junio	junio
Fruto V	1. Dic-Feb y	abril-agosto (93)	Julio 93-Feb 94	mayo-ag 93 (más o menos 15%)
	2. Julio-agosto	Dic-febrero	Agosto-Set.	nov-feb 94 (23%)
		Julio-setiembre (94)		mayo-junio y set 94 (2-3%)
Fruto M	1. Enero a marzo	Julio 93 poco % Marzo 94 poco %	Feb-Marzo (Poco)	abril (93) 4% agosto-set (93) 23%
	2. Setiembre	Set-Oct-Nov. Poco % (14%)		dic-febrero (94) 11%

\* Flor y brotación floral cuesta más determinarlo

1 = Verde ultisol muy húmedo

2 = Amarillo inceptisol muy húmedo

3 = Blanco Inceptisol húmedo

4 = Celeste ultisol húmedo

**Cuadro 3.** Resumen del comportamiento fenológico de *Stryphnodendrum excelsum* (vainillo) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 1993-1994.

	Verde Ult. MH <sup>1</sup>	Amarillo Inc- MH <sup>2</sup>	Blanco. Incept-H <sup>3</sup>	Celeste Ult-H <sup>4</sup>
Brot. Follaje	Variable	Variable	Variable	Variable
Follaje	constante todo el año	más o menos constante todo el año	más o menos constante todo el año	Más o menos constante todo el año
Brot Flor	Marzo-mayo	abril 93 (poco ) abril-junio 94	Agosto (94) poco Marzo-julio 94 (abril 50%) Oct (94) Poco	Abril 93 5% Abril-Junio 93 (37%)
Flor	Abril-junio mayor en 1993 que en 1994	Abril-junio mayor % (93) y un poco menos (94)	Abril-junio 93 Abril-junio 94 (mayor mayo)	Abril-junio 93 (Abril 100%) Abril-Junio (marzo 92.5%)
Fruto V	Abril hasta febrero  (más o menos 11 meses)	Mayo 93-Feb 94 Junio-Oct (94)	Mayo-Feb (mayor % Nov- En)  Junio-Nov. (mayor oct-nov)	Mayo 93-Feb 94 (mayor Nov-Dic) Mayo 93-Nov 94
Fruto M	Enero-marzo mayor cosecha en enero	Enero-marzo mayor cosecha en febrero (50%)	Enero-abril (mayor % feb)	Enero-Abril (enero-febrero 35%)

1 = Verde ultisol muy húmedo  
3 = Blanco inceptisol húmedo

2 = Amarillo inceptisol muy húmedo  
4 = Celeste ultisol húmedo



**Cuadro 4.** Resumen del comportamiento fenológico de *Zanthoxylum mayanum* (Lagarto) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 1993-1994

	Verde Ult-MH <sup>1</sup>	Amarillo Inc-MH <sup>2</sup>	Blanco Incept-H <sup>3</sup>	Celeste Ult-H <sup>4</sup>
Brot. Follaje	Constante (se detiene cuando está en fruto maduro)	Mayor en abril-set. Ausente de octubre-marzo	Set 93-Marzo 94 (0 o poco) Ausente de octubre- Noviembre (94)	Abril-agosto (25-90%) y set-marzo Set-marzo o abril fruto maduro (0 o 2.5%) brotadura disminuye
Follaje	Más o menos constante disminuye cuando el fruto está maduro	Más o menos constante	más o menos constante completo mayo-junio poco	más o menos constante, pero varía año
Brot Flor	Agosto-Octubre (93) Julio-Agosto (94)	Julio-Set	sin determinar	Agosto-setiembre (poco)
Flor	Set-Nov (93) Agosto-oct- (94)	Julio-Octubre	Ag-Oct 93 (set 50%) Set-Oct 94 (set 40%)	Agosto-octubre 93 (38%) 94 (50%)
Fruto V	Octubre-Enero (93) Poco Setiembre (94) Poco	Set-Diciembre	Octubre-Marzo 93 (mayor en diciembre) Setiembre-Nov. 94 (mayor en noviembre)	Mayo 93 oct-feb 93 (38%) mayor nov-enero Set-nov 94 más o menos 50%
Fruto M	Diciembre-marzo mayor cosecha (enero-febrero)	Noviembre-enero (poco % en el 93)	Enero-mayo (mayor febrero-marzo 17%)	Abril-mayo 93 (poco 5%) Dic 93-marzo 94 (15%)

1 = Verde ultisol muy húmedo  
3 = Blanco inceptisol húmedo

2 = Amarillo inceptisol muy húmedo  
4 = Celeste ultisol húmedo

**Cuadro 5.** Resumen del comportamiento fenológico de *Vochysia guatemalensis* (cebo) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 1993-1994

	Verde Ult. MH <sup>1</sup>	Amarillo Inc-MH <sup>2</sup>	Blanco. Incept-H <sup>3</sup>	Celeste Ult-H <sup>4</sup>
Brot. Follaje	Más o menos constante todo el año	Brota poca	Variable año	variable año, a veces poco
Follaje	Más o menos constante todo el año	constante todo el año	constante todo el año	más o menos constante todo el año
Brot Flor	Mayo-junio Feb-mayo	abril-julio (mayor en mayo)	mayo 93 (poco) marzo-junio 94 (más o menos poco un 30%)	mayo-julio 93 (poco) abril-mayo 94 (45%)
Flor	febrero-junio	abril-julio (mayor en junio)	marzo-agosto 93 (90%) 94 (50%)	abril-junio 93 (más o menos 60% abril-mayo) abril-julio 94 (mayor % mayo-junio 70%)
Fruto V	marzo-setiembre (93) mayor cosecha mayo-agosto (94)	mayo-setiembre u octubre (junio-julio mayor)	mayo-set 93 (junio-julio mayor hasta 70%) mayo-octubre 94 (julio 57%)	mayo-set 93 (junio-julio más o menos 47%) junio-setiembre 94 (mayor julio 80%)
Fruto M	Junio -octubre 93 (mayor cosecha setiembre) Agosto-setiembre 94 (poca cosecha)	junio-octubre (93) mayor agosto Agosto-set 94 poco %	agosto-octubre 93 (mayor % set 35%) agosto-octubre 94 (mayor % agosto)	agosto-octubre 93 (poco, 18%) agosto-octubre 93 (poco, 18%) agosto-octubre 94 (más o menos 39%)

1 = Verde ultisol muy húmedo  
3 = Blanco inceptisol húmedo

2 = Amarillo inceptisol muy húmedo  
4 = Celeste ultisol húmedo

**Cuadro 6.** Resumen del comportamiento fenológico de *Vochysia ferruginea* (botarrama) en la Región Huetar Norte de Costa Rica, 1993-1994.

	Verde Ult. MH	Amarillo Inc-MH	Blanco. Incept-H	Celeste Ult-H
Brot. Follaje	Más o menos constante todo el año	Variable	Variable año	variable
Follaje	Más o menos constante todo el año	Más constante todo el año	Más constante todo el año	Más o menos constante todo el año
Brot Flor	Marzo a junio	abril-junio 93 (poco %) abril-mayo 94 mucho %	abril-junio 93 menos del 12% diciembre 93 (poco %) marzo-julio 94 (mayor en abril) octubre-noviembre (94)	abril (93) abril-julio (94)
Flor	mayo-set (93) mayor pico mayo-agosto  abril-julio (94) mayor pico en mayo	abril-agosto 93 nov-diciembre 93 pocas %  marzo-agosto (94)	abril-julio 93 octubre 93-noviembre 94	abril-julio 93 (más o menos 80%)  abril-julio 93 (más o menos 50%)
Fruto V	mayo-setiembre (93) mayor pico julio-agosto  mayo-setiembre (94) mayor pico junio-julio menor % en 93	mayo-agosto 93 julio mayor %  mayo-agosto 94	mayo-agosto 93 mayor % julio-agosto (50%)  mayo-diciembre 94 mayor julio-setiembre (50%)	junio agosto 93 (más o menos 38%)  julio-setiembre 94 (más o menos 36%)
Fruto M	setiembre-diciembre 93 idem 94 pero en mayor cantidad	junio-octubre (93) mayor % en agosto y setiembre setiembre-octubre (94) pocas	agosto-octubre (mayor setiembre) setiembre-octubre (poco %)	agosto-setiembre 93 (poco 17%) Octubre 94 (3%)

1 = Verde ultisol muy húmedo  
3 = Blanco inceptisol húmedo

2 = Amarillo inceptisol muy húmedo  
4 = Celeste ultisol húmedo

Estos resultados han sido usados para planificar con una mayor precisión las épocas de colecta en el funcionamiento de bancos de semillas ubicados en la Región.

---

## Evaluación fenológica del huerto semillero clonal de *Bombacopsis quinata* en Cañas, Guanacaste, Costa Rica

Marta L. Jiménez; Hilda Pastrana\*

Se realizaron tres evaluaciones fenológicas durante los veranos de 1993, 1994 y 1995 en un huerto semillero clonal de *B. quinata*. Se evaluaron 57 clones procedentes de selecciones fenotípicas en el área de distribución natural de la especie en Costa Rica. Fueron evaluados 308 ramets para conocer los hábitos de floración y fructificación y predecir el potencial de producción del material clonal en el huerto. Se utilizó la siguiente codificación: 0 = sin flores ni cápsulas, 1 = de 1 a 4 flores/cápsulas, 2 = de 5 a 24 flores/cápsulas, 3 = de 25 a 124 flores/cápsulas, 4 = más de 125 flores/cápsulas. Un 74% de los clones presentó índices de floración y fructificación bajos (Códigos 1 y 2), por lo que se pueden prever una producción de semillas baja (polinización natural). Varios clones sobresalieron por ser constantes en cuanto a la fructificación en los tres períodos de evaluación (Clones 10, 9, 47, 19, 43, 26), lo que los hace prometedores como productores de semilla. Otro número de clones no manifestó floración ni fructificación en los tres períodos de evaluación (estériles).

### Introducción

El *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand se conoce con diversos nombres comunes en los países donde es nativo: Ceiba en Honduras, pochote en Nicaragua y Costa Rica, cedro espino en Panamá, ceiba tolú o ceiba en Colombia y saqui-saqui en Venezuela (Navarro y Martínez 1992).

Se encuentra en forma natural desde el sur de Honduras, hasta Colombia y Venezuela. En Honduras, Nicaragua y Costa Rica, se presenta en la vertiente pacífica. En Panamá en la vertiente atlántica y en la pacífica. En Colombia se presenta en forma natural en la zona húmeda y seca de la Costa Atlántica y en Venezuela se le encuentra comúnmente en la costa atlántica y en los llanos centro occidentales. En Costa Rica se distribuye naturalmente desde los 0 hasta 900 msnm, desde la frontera norte hasta el Cantón de Parrita en el Pacífico Central (Mesén *et al* 1991).

La especie es natural en sitios con un período seco definido óptimo de tres meses, aunque también se desarrolla en sitios con más de cinco meses secos (Chavarría y Valerio 1993). Se encuentra en suelos planos y ondulados con un máximo de 30% de pendiente y de textura franco arenosa. Los mejores niveles de crecimiento se dan en suelos con alto contenido de arena en el horizonte superficial. La especie requiere suelos de media a alta fertilidad, no tolera el viento.

Alcanza entre 25 y 35 m de altura y hasta 2 m de diámetro. Presenta gambas grandes en su fuste y la corteza es de color grisáceo. El fuste presenta muchos agujones en forma de líneas o sierras. (Holdridge y Poveda 1975). Las hojas son compuestas con 3-7 hojuelas en forma oblonga, glabras y membranáceas. Las flores son hermafroditas de color blanco a rosado de 7 a 11 cm de

---

\* Dirección General Forestal, MIRENEM, Costa Rica

---

largo. Monoicas con los estambres que rodean al pistilo. El estigma de color rosado sobresale de las anteras. Es una especie autoincompatible y con poca ocurrencia de autopolinización. El principal agente polinizador de la especie parecen ser los murciélagos.

En la zona del pacífico, Costa Rica, la caída de hojas se inicia en noviembre y la renovación empieza a finales de abril. La floración se produce entre febrero y marzo y los frutos están maduros en abril (Navarro y Martínez, 1992). El fruto es una cápsula dehiscente que presenta un color verde en el período de desarrollo y cuando está maduro es de color café. Las semillas son subglobosas de 4 - 5 mm. Los frutos contienen desde 28 a 120 semillas y el número promedio de semillas es de 32.000/kg.

### **Problemática de las semillas de pochote en Costa Rica**

Dada la importancia de la madera de esta especie en Costa Rica, se han plantado más de 10000 ha con incentivos del estado, pero con el inconveniente de que la semilla no procede de fuentes reconocidas. Actualmente, son pocas las fuentes de semillas de árboles genéticamente deseables de donde se abastecen los reforestadores (Chavarría y Valerio 1993).

Se han realizado esfuerzos por iniciar programas de conservación, mejoramiento genético y producción de semillas de calidad genética superior. El Centro Agrícola Cantonal de Hojanca una organización de pequeños y medianos productores y el Servicio Forestal del Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas, establecieron entre 1983 y 1984 dos huertos clonales a partir de árboles seleccionados en la Región del Pacífico Seco de Costa Rica.

En 1989 la Cooperativa de Recursos Forestales de Centro América y México (CAMCORE) y el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) iniciaron un programa de exploración, conservación y evaluación de descendencias de gran parte del rango de distribución natural de la especie, para el inicio de programas de selección y mejoramiento genético de *B. quinata* en Costa Rica (Mesén *et al*, 1991).

En abril de 1995 se estableció otro huerto semillero de *B. quinata* en la Estación Biológica Horizontes, Liberia, Guanacaste, en la costa Pacífica de Costa Rica, con material clonal procedente del huerto semillero en Cañas, Guanacaste (Apedaile, *et. al.*1995). En Guanacaste, Costa Rica, la caída de hojas se inicia en noviembre y la renovación empieza a finales de abril, coincidiendo con la época seca en la zona, cuando se inician los vientos que inducen la apertura de las flores maduras durante la noche, lo cual permite que estén receptivas y autoincompatibles.

La floración se produce entre febrero y marzo y los frutos están maduros en abril, cuando se inicia la recolección de semillas (Navarro y Martínez, 1992). Para conocer los hábitos de floración y fructificación del *B. quinata* y poder predecir su potencial de producción del material clonal presente en el huerto semillero, se llevaron a cabo estudios fenológicos durante los veranos de 1993, 1994 y 1995.

## Características del huerto semillero

El huerto semillero de *B. quinata* se encuentra en Cañas, Guanacaste a 10° 21' N y 85° y 09' O a una altitud de 40 msnm, correspondiente a la zona de vida bosque seco tropical.

El sitio es plano con pendientes no mayores al 10%, recibe una precipitación promedio anual de 1760 mm, concentrada entre los meses de mayo a noviembre y una temperatura de 27°C promedio anual. Los suelos son de textura franco arcillosa y con un pH cercano a 7.0. El análisis químico no determinó deficiencias importantes (Mesén y Cornelius 1991).

Se plantaron estacas de 9 a 17 cm de diámetro y de 70 a 80 cm de longitud con un distanciamiento de 7 x 7 cm en cuadro. El diseño utilizado fue completamente al azar con restricciones por adyacencia de ramets del mismo clon. Originalmente el huerto estaba compuesto por 57 clones cada uno con un número variable de ramets variando desde 1 hasta 17. Por errores en el replante muchos ramets del mismo clon quedaron contiguos en el huerto.

Durante abril y mayo de 1992, se efectuó el balanceo de la composición clonal, se eliminaron ramets contiguos o separados por solo una línea de aislamiento, para tener una composición de 10 ramets del mismo clon. Esta actividad se efectuó en abril y mayo considerando que era la época de mayor actividad de desarrollo de las yemas. Para realizar el balance del número de ramets por clon, éstas se mantuvieron en un ambiente húmedo con la base enterrada, luego se trasplantaron las que mostraron brotación y formación de raíces. No se aplicó ningún producto promotor de enraizamiento.

Se evaluó floración y fructificación en febrero de 1993, marzo de 1994 y marzo de 1995. Las observaciones fueron realizadas en 308 ramets de 57 clones, variando el número de ramets por clon. Fueron utilizadas las siguientes categorías para evaluar la magnitud de la floración:

- |  |  |
|--|--|
| 0 Sin flores ni cápsulas en el árbol   | 3 De 25 a 124 flores/cápsula en el árbol |
| 1 De 1 a 4 flores/cápsula en el árbol  | 4 Más de 125 flores/cápsula en el árbol  |
| 2 De 5 a 24 flores/cápsula en el árbol |  |

## Resultados

En febrero de 1993, varios clones, florecieron y fructificaron en la zona de estudio. La floración de la especie se presenta a inicios de enero que es la época seca y los árboles comienzan a fructificar más o menos 45 días después. De acuerdo a esta codificación, en el mes de febrero sólo 5 clones no presentaron floración, mientras que el resto mostró algún grado de floración. Un 77% de los clones presentó floración en las categorías 2 y 3. Por otra parte, un 4% de los clones fue clasificado en la categoría 4, correspondiente a más de 125 flores/árbol (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Relación de floración y fructificación de clones de *Bombacopsis quinata* en Cañas. Guanacaste, Costa Rica durante febrero de 1993 y marzo 1994.

Código de floración y fructificación	Categoría										Total
	F	M	F	M	F	M	F	M	F	M	
Clones en floración (Nº)	2	-	20	-	24	1	6	6	5	50	57
Clones en floración (%)	4	-	35	-	42	2	11	10	8	88	100
Clones fructificados (Nº)	2	3	1	15	4	26	17	6	33	9	57
Clones fructificados (%)	2	5	2	26	7	46	31	11	58	12	100

F = Febrero 1993 ; M = Marzo 1994

Un total de 33 clones (58%) de 57 no presentó fructificación al momento de la evaluación.

21 clones (38%) se agrupan en las categorías 1 y 2, clones con categorías de fructificación bajas y 3 clones (4%) presentaron fructificación en las categorías 3 y 4, indicando fructificaciones en un rango de 25 hasta 125 cápsulas por árbol.

En la evaluación de marzo (Cuadro 1) la mayoría de los clones no mostraron floración, solamente 7 clones florecieron, correspondiendo a las categorías 1 y 2; la floración en este período de evaluación fue muy baja.

Un total de 50 clones (88%) no mostraron floración. En marzo 41 clones mostraron fructificación en cada una de las categorías establecidas, concentrándose la mayoría de los clones en las categorías 2 y 3 (72%). Para mediados de marzo se obtiene un máximo de fructificación, lo cual es importante para planificar el momento de recolección de los frutos. En esta segunda evaluación solamente 3 clones presentaron fructificación en la categoría 4.

La evaluación fenológica de marzo de 1995 (Cuadro 2), determinó que la variable floración fue similar a la de marzo de 1994, donde que 44 clones (77%), no presentaron floración y 13 clones (23%) se presentaron en la categoría 1, o sea con 1 a 4 flores por árbol. Solamente 4 clones no presentaron fructificación y 7 de ellos se presentaron como buenos productores de frutos, correspondiendo a las categoría 4. Una cantidad de 46 clones presentan fructificación en las categorías 1 a 3, concentrándose la mayoría en la categoría 3.

**Cuadro 2.** Relación de floración y fructificación de clones de *Bombacopsis quinata* en Cañas, Guanacaste, Costa Rica durante marzo 1995.

Código de floración y fructificación	Categoría					Total
	4	3	2	1	0	
Clones en floración (Nº)	-	-	-	13	44	57
de clones en floración (%)	-	-	-	23	77	100
Clones fructificados (Nº)	7	25	15	6	4	57
Clones fructificados (%)	12	44	26	11	7	100

La mayoría de los clones se agrupan en las categorías de fructificación bajas 1 y 2. Un total de 42 clones (74%) fructificaron con valores entre 1 y 24 cápsulas por árbol. Solamente 7 clones (3%) en promedio no fructificaron y un porcentaje bajo se presentaron como buenos productores de semillas (Cuadro 3).

**Cuadro 3.** Promedios de fructificación de 3 años de evaluación de clones en el huerto semillero de *Bombacopsis quinata* en Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

Rangos de fructificación	0	1	2	3	4	Total
Clones fructificados (Nº)	7	20	22	6	2	57
Clones fructificados (%)	13	35	39	10	3	100

Los clones 10,9,47,19,43 y 26 mantuvieron valores constantes y altos de fructificación en los 3 períodos de evaluación y los clones 10 y 19 se manifestaron como altamente productores (Cuadro 4).

Los clones 70,33,16,53 y 52 no dieron signos de floración ni fructificación en ningún período de evaluación de acuerdo a la codificación utilizada.



**Cuadro 4.** Variación interclonal de fructificación en el huerto semillero de *Bombacopsis quinata* en en Cañas, Guanacaste, Costa Rica.

Nº de clones	Fructificación según códigos		
	Períodos de evaluación		
	1993	1994	1995
10	4	4	4
9	3	4	4
47	2	3	3
19	4	4	4
43	2	3	3
26	3	3	3
70	0	0	0
33	0	0	0
16	0	0	1
53	0	0	0
52	0	0	1

### Conclusiones

El *Bombacopsis quinata* es una especie con erosión genética severa, por tanto el huerto semillero clonal establecido en la Estación Experimental Jiménez Nuñez, Cañas, Guanacaste, posee mucho valor como banco de conservación y representa una actividad pionera para la investigación y generación de información. Por ser una especie de fácil propagación asexualmente es posible la recolección de material para el establecimiento de otros huertos semilleros clonales.

Un 74% de los clones del huerto mostraron índices de floración y fructificación bajos (códigos 1 y 2), por lo que puede preverse una producción de semillas baja (polinización natural).

Varios clones representados en el huerto semillero sobresalen por ser constantes en cuanto a la fructificación en los tres períodos de evaluación (clones 10, 9, 47, 19, 43, 26) lo que los hace prometedores como productores de semilla. Otros clones no manifestaron floración ni fructificación en los 3 períodos de evaluación (estériles).

La variable fructificación es un factor que debe considerarse también en la evaluación genotípica de huertos semilleros de esta especie, ya que a pesar de que los ortets fueron seleccionados con base a altura total, rectitud de fuste, ángulo de ramas y resistencia a enfermedades, existen clones que manifiestan esterilidad, por tanto no son productores de semilla.

---

## Literatura citada

- APEDAILE, L; JIMENEZ, M.; BRENES,G.; 1995. Establecimiento de un huerto semillero clonal de *Bombacopsis quinata* en la Estación Experimental Forestal Horizontes. Liberia, Guanacaste, Costa Rica. *In*: Memorias III Taller Nacional de Investigación Forestal. Proyecto MADELEÑA. MIRENEM, CATIE.
- ARNAEZ, E.; MOREIRA,I. 1995. Proyecto de Investigación: Estudio preliminar de la biología reproductiva de cinco especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica. *In* Memorias I Curso Regional sobre recolección y procesamiento de semillas forestales. PROSEFOR,CATIE, Turrialba, Costa Rica. 1-4 p.
- CHAVARRIA, M; VALERIO,R.; 1993. Guía preliminar de parámetros silviculturales para apoyar los proyectos de reforestación en Costa Rica. Dirección General Forestal, MIRENEM, Costa Rica. 202 p.
- HOLDRIDGE, L.R.; POVEDA, A.L. 1975. Árboles de Costa Rica. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical. 546 p.
- MESEN, F.; CORNELIUS,J.; COREA, E.; 1991. Programa de conservación y mejoramiento de *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand en Costa Rica. Noticiero Mejoramiento Genético y Semillas Forestales para América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 14-18 p.
- NAVARRO, P.; MARTINEZ, H.; 1992. El Pochote (*Bombacopsis quinata*) en Costa Rica. Guía silvicultural para el establecimiento en plantaciones. CATIE. Informe Técnico No. 142. . 48 p.

---

## Epoca de colecta de semillas de tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth)

Carlos Puente\*

Las plantaciones comerciales de tzalam son una alternativa al problema de su sobreexplotación. Para su cultivo se requiere semilla de alta calidad, siendo la época de colecta uno de los principales problemas para el manejo de semillas, ya que la maduración ocurre durante varios meses y de manera irregular en el mismo árbol. Se evaluaron cuatro fechas de colecta de semilla en una plantación natural, para encontrar la época óptima de obtención del máximo rendimiento de semilla de buena calidad. Se encontró los valores mas altos de germinación (89 %) en la colecta del 1 de septiembre. Para esta época los índices de colecta son de color negro de la vaina (100 %) y contenidos de humedad de la semilla recién colectada de 14.1 % y de 11.6 % después del secado. Posteriormente el rendimiento disminuyó 36 %.

### Introducción

La especie *Lysiloma bahamensis* es explotada intensamente en la selva de la península de Yucatán para la elaboración de parquet, lambrin, duela y madera aserrada. Sin embargo para establecer plantaciones comerciales con tzalam, es necesario conocer el manejo de la semilla en las diferentes etapas para su uso en viveros. La etapa de colecta es uno de los principales problemas, ya que la maduración de las vainas ocurre durante varios meses y de manera irregular en el mismo árbol y entre árboles. Según Vega *et al.* (1981) la época adecuada para realizar la colecta de semilla de tzalam es entre septiembre y noviembre.

La oportunidad de colecta es importante para asegurar un alto rendimiento de semilla de buena calidad. Patiño *et al.* (1983) señalan que la madurez fisiológica se acompaña de cambios físicos en el fruto o semilla y éstos se consideran como indicadores cuando son visibles, como el color del fruto y semilla, así como la consistencia y corte del fruto.

Maithani *et al.* (1987) encontraron en semilla de *Ficus benjamina* L. (árbol de ornato) la máxima germinación (63.33 %) al coleccionar el fruto de color café-amarillo. Indican un 21.33 % de germinación en semilla de frutos caídos. Barrueto *et al.* (1986) en semilla de *Hevea spp.*, indican que coincidieron los máximos valores de peso seco con los de germinación (95 %) a un contenido de humedad de 50 %. El objetivo del presente trabajo fue determinar la época óptima de colecta en tzalam para obtener el máximo rendimiento de semilla de buena calidad.

---

\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campeche, México

## Materiales y Métodos

Esta investigación se realizó en el Campo Experimental Ing. Eduardo Sangri Serrano (Escarcega, Campeche), entre agosto y noviembre de 1994. Las colectas se realizaron en tres plantaciones naturales; se seleccionaron árboles con alturas de 13 hasta 20 m, así como diámetros entre 20 y 35 cm. Se evaluaron cuatro fechas con colecta en base al comportamiento fenológico reportado por Espinosa *et al.* (1994). Los tratamientos probados fueron:

- 16 de agosto (vainas color verde en 80 % y negra 20 %).
- 1 de septiembre (vainas color negro 100 %).
- 14 de septiembre (vainas color negro 80 % y blanca 20 %).
- 2 de octubre (vainas color negro 40 % y blanca 60 %).

En un diseño experimental de bloque al azar con tres repeticiones se evaluaron los cuatro tratamientos; cada repetición se ubicó a 500 m una de otra, por ser poblaciones naturales. La unidad experimental fue representada por un árbol.

Los análisis de la semilla se realizaron en los laboratorios del Campo Experimental Chiná (Chiná, Campeche); se valoraron los siguientes parámetros:

**Rendimiento de semilla (kg / árbol).** En cada tratamiento se dividió la copa del árbol en cuatro partes y se seleccionó una rama de cada parte para obtener el total de vainas. Se extrajo la semilla pura y se determinó su peso. El rendimiento de semilla se estimó bajo la fórmula siguiente:

$$\text{REND.} = [\text{total vainas de 4 ramas}] \times [\text{N}^{\circ} \text{ semillas/vaina}] [0.00207\text{kg}/100 \text{ semillas}] \\ [100 - \text{CH}_1/100 - \text{CH}_2] + [\text{Peso de semilla no colectada}^*].$$

CH<sub>1</sub> = Contenido de humedad inicial ( hasta 2 días después de la colecta).

CH<sub>2</sub> = Contenido de humedad ajustado a 8 %.

**Porcentaje de semilla dañada por barrenador.** De cada muestra se tomaron 10 vainas al azar y se determinó el número de semillas picadas por vaina, para cuantificar el porcentaje del daño por gusano barrenador .

**Contenido de humedad.** Un día después de la colecta se tomaron al azar 15 vainas por muestra, para extraer su semilla (5 g); luego se determinó la humedad por el método del horno a 103°C por 17 horas (ISTA, 1985). Se determinó el contenido de humedad a los 7 días, para conocer su relación con la germinación.

**Porcentaje de germinación.** Debido al desconocimiento del grado de latencia de la semilla de tzalam se procedió a realizar la prueba de germinación con semilla escarificada con ácido sulfúrico concentrado por 15 minutos (previamente determinado) y sin éste tipo de tratamiento. El método fue el de toallas húmedas enrolladas (ISTA, 1985) con 100 semillas por muestra, se colocaron en una

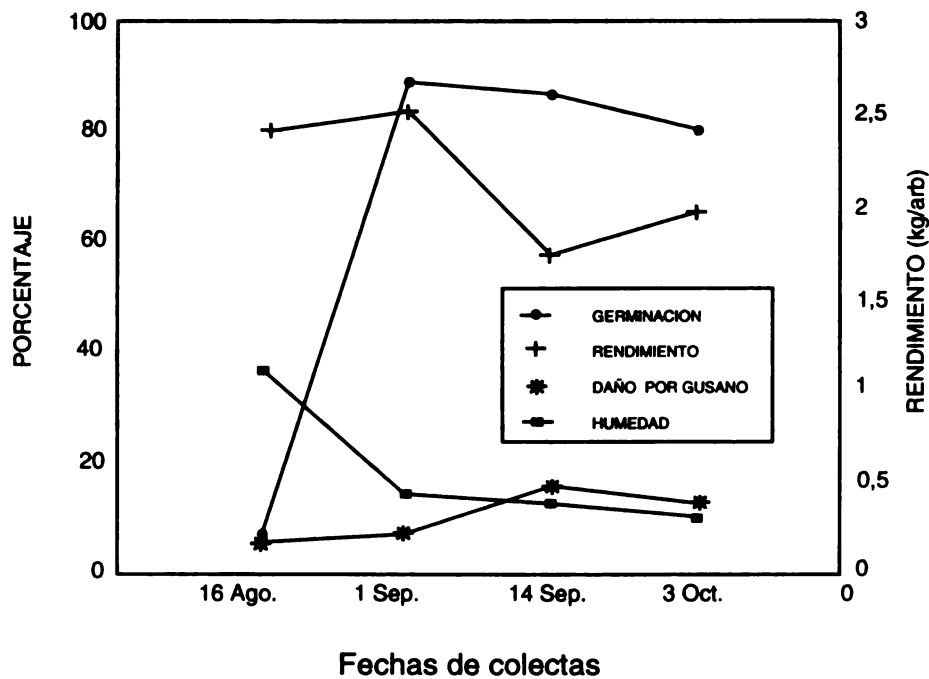
---

\* Se obtuvo por diferencia del porcentaje colectado.

cámara germinadora a 28°C; la evaluación de plántulas normales se efectuó a los 15 días. Los datos fueron transformados por arco seno previo al análisis de varianza. Se hizo una comparación de medias mediante Tuckey al 5 %.

### Resultados y Discusión

El rendimiento más alto se encontró en la colecta del primero de septiembre, con un promedio de 2.5 kg de semilla pura, siendo estadísticamente igual a la primera fecha; en tanto que a partir del 14 de septiembre resultó una disminución promedio de la producción de 30 % (Fig. 1). Posiblemente la causa principal de dicha pérdida, sea el alto porcentaje de daño (15 %) por gusano barrenador en esas fechas. Así como a la caída de vainas y ramas por los fuertes vientos de septiembre. El color blanco de la vaina fue debido principalmente a la incidencia de las altas precipitaciones y la exposición a los rayos del sol.



**Figura 1.** Rendimiento y calidad de semilla de *Lysiloma ha hamensis* en cuatro fechas de colecta en Campeche, México.

En relación al contenido de humedad, se encontró el valor más alto (36 %) en la primera fecha de colecta, cuando la vaina y la semilla presentaban un color verde en 80 y 100 % respectivamente. Sin embargo, entre septiembre y octubre disminuyó drásticamente éste parámetro en un rango desde 14.1 hasta 9.6 %.

En cuanto a la respuesta en la germinación de la semilla a diferentes épocas de colecta, el valor más alto (40 %) se encontró en la segunda fecha, la cual es superior estadísticamente a las fechas posteriores (Cuadro 1). Se observó que el contenido de humedad es un factor importante en el grado de latencia mecánica impuesta por la cubierta de la semilla, ya que en el valor más bajo de humedad (8.6) se determinó una germinación de 16 %. Probablemente la madurez fisiológica se alcanzó en la colecta de agosto, pero por dicha latencia, no expresó su máxima calidad (Barrueto *et al.* 1986; Patiño *et al.* 1983).

Con la aplicación de ácido sulfúrico mejoró la respuesta, ya que las últimas tres fechas de colecta resultaron estadísticamente iguales y superiores a la primera fecha, con valores arriba de 81 %, siendo alta la calidad de la semilla para producción de planta. Dicha respuesta no coincide con los estudios realizados en *Ficus benjamina* L. (Maithani *et al.*, 1987), ya que la especie tzalam resultó con alto grado de latencia. Se determinaron valores bajos de germinación en la primera fecha (8 %); lo anterior fue debido principalmente a que la semilla con alta humedad se carbonizó al reaccionar con el ácido. Por lo tanto, no es oportuno hacer la colecta cuando la vaina está verde; además, se observó en las vainas de dicha colecta una alta humedad e incidencia de patógenos.

**Cuadro 1.** Promedios de germinación y contenido de humedad final de cuatro épocas de colecta de semilla de tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth) en Campeche, México.

Fechas de recolección	Color de vaina	Germ. (%) sin H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Germ.. (%) con H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CH. (%)
16 de Ago	Verde 80 % Y Negra 20 %.	35 ab *	8 c	17.3
01 de Sep	Negra 100 %	40 a	89 a	11.6
14 de Sep	Negra 80 % Y Blanca 20%.	31 bc	87 a	10.4
03 de Oct	Negra 40% Y Blanca 60%.	16 c	81 ab	8.6

\* Medias en columna seguidas por la misma letra no difieren significativamente, Tuckey al 5 %.

## Conclusiones

La mejor época para colectar semilla de tzalam (*Lysiloma bahamensis* Benth) es la primera semana de septiembre.

Los indicadores visibles para la colecta de semilla de tzalam son: vaina y semilla con un color negro 100 %.

No es oportuno realizar la colecta en la época de madurez fisiológica, por su latencia mecánica y alto contenido de humedad.

---

## Literatura citada

- BARRUETO, L.P., I. DA P. PEREIRA y M.A. NEVES. 1986. Influencia da mataracao fisiológica e do periodo entre a colecta e o inicio de armazenamento, sobre a viabilidade da semente de seringueira (*Hevea spp*). Turrialba (Costa Rica) 36 (1): 65-75.
- ESPINOSA, B.A.V., JUÁREZ, G. y CEDEÑO, S. 1994. Observaciones fenológicas de 70 especies forestales tropicales y su importancia en la producción. Campo Experimental Ing. Eduardo Sangri Serrano. (Inédito). Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. International rules for seed testing. Seed Sci. and Technol. 13 (12): 520 p.
- MAITHANI, G.P., BAHUGUNA V. K. y O. P. SOOD. 1987. Maturity indices and pretreatment studies on the seeds of *Ficus benjamina*. The Indian Forester. 113 (1): 6-10.
- PATIÑO, V. F., GARZA, P. DE LA, VILLAGÓMEZ, A., TALAVERA, A. I. Y F. A. CAMACHO. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas forestales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (México). Boletín N° 63. 190 p.
- VEGA, E. C., PATIÑO, V. F. Y A. A. RODRÍGUEZ. 1981. Viabilidad de semillas en 72 especies forestales tropicales almacenadas al medio ambiente. En: Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. San Felipe Bacalar, Quintana Roo.(México). Publicación especial N° 35. Vol. 1. p 325-345.

---

## **Fenología de cinco especies maderables del trópico húmedo y su correlación con el clima de la zona, La Lupe, Río San Juan, Nicaragua**

*Edgard Herrera\*; Osmar Arróliga\**

### **Introducción**

Los bosques tropicales húmedos de Nicaragua han sido poco estudiados en cuanto a fenología de sus especies de madera preciosa. Actualmente en el bosque húmedo tropical de Río San Juan, se hace necesario reforestar áreas que han sido intervenidas deliberadamente hasta desaparecer la cubierta arbórea. La recuperación de estas zonas es posible utilizando especies nativas. Para ello es necesario contar con información básica que permita el manejo adecuado de las especies a utilizar.

El conocimiento de los ciclos biológicos que presentan las especies forestales dependiendo de los factores climáticos es de mucha importancia, ya que permite determinar los períodos de diseminación y recolección de material reproductivo y garantizar el abastecimiento de semillas para los programas de reforestación.

El presente trabajo se lleva a cabo en el departamento de Río San Juan, en la zona de amortiguamiento de la gran reserva biológica Indio-Maíz en dos áreas de investigación pertenecientes al Proyecto Trópico Húmedo de la Universidad Centroamericana. Estas áreas llamadas La Lupe y Los Filos tienen una extensión de 15.36 ha y 40 ha, respectivamente, distantes entre sí unos 7 km.

El objetivo del estudio es obtener información fenológica para predecir la época de producción de semillas de cinco especies maderables de la zona. Además, diseñar un calendario fenológico para cada una de las especies en estudio, en el cual estará reflejada principalmente la época de floración y fructificación y comprobar la relación que existe entre la caída de las primeras lluvias de la estación húmeda y la floración de estas especies.

### **Características de la zona de estudio**

Es una zona tropical lluviosa, según el sistema Koppen, con una precipitación estimada en 3000 mm anuales (UCA- CATIE, 1991). Según Ruíz y Rojas (1992), la humedad relativa oscila normalmente entre 69 y 95% y la temperatura media entre 28 y 31°C.

La vegetación en esta área es típica de un bosque húmedo tropical a bosque muy húmedo premontano tropical (Sistema Holdridge).

---

\* *Universidad Centroamericana, Escuela de Ecología y Recursos Naturales, Managua, Nicaragua*



## Procedimiento

Fueron seleccionadas las siguientes especies maderables de la zona con base a su importancia comercial:

Cedro macho ( <i>Carapa guianensis</i> )	Rosita ( <i>Saccoglottis trichogyna</i> )
Guayabo de charco ( <i>Terminaria amazonia</i> )	Cebo ( <i>Virola koschnii</i> )
Kerosín ( <i>Tetragastris panamensis</i> )	

Se determinó un número mínimo de 10 árboles por especie. Cada árbol fue marcado con spray amarillo y se elaboró un croquis de su ubicación en el terreno.

A partir de setiembre 1994 se inicia la recolección de datos, para lo cual fue elaborado un formulario fenológico basado en la metodología propuesta por Turcios Remolino (Perú, 1986). Se registraron los siguientes eventos:

	Código	Eventos
<b>Floración</b>	F1	Brotos Florales apareciendo
	F2	Floración adelantada
	F3	Floración terminando o terminada
<b>Fructificación</b>	P1	Frutos nuevos apareciendo
	P2	Frutos maduros presentes
	P3	Frutos maduros cayendo y semillas dispersadas
<b>Defoliación</b>	D1	Arbol con poca o ninguna hoja
	D2	Arbol con hojas nuevas apareciendo
	D3	Arbol con la mayoría de hojas nuevas o totalmente nuevas
	D4	Arbol con hojas completamente viejas

Se realizaron observaciones mensuales durante un año (setiembre 1994 - setiembre 1995), con binoculares sobre la copa de los árboles para determinar el evento que presenta cada individuo. Los datos climáticos se obtuvieron (en parte) de una estación meteorológica en la zona de estudio (Instituto Nacional de Estudios Territoriales).

## Resultados y discusión

Aunque a la fecha no se han analizado los datos obtenidos en el campo, es posible adelantar algunos resultados preliminares.

Entre los meses de marzo y agosto se presenta la mayor frecuencia de floración y fructificación de las especies estudiadas.

Muchos de los árboles seleccionados no florecieron durante el año de estudio, lo que supone falta de periodicidad en cuanto a estos fenómenos.

La especie que mostró mayor uniformidad en cuanto a cantidad de individuos que florecen y fructifican en una época definida del año, fue *Virola koschnii*, que florece principalmente entre enero y febrero, fructificando entre marzo y abril, con otro pico de floración menos fuerte en setiembre y octubre y los frutos en noviembre y diciembre.

---

## ***Tema 4***

# ***Fisiología de la Germinación de Semillas Forestales***

---

## Morfofisiología, comportamiento y germinación de semillas forestales

*Eugenia Flores\**

**La indisoluble relación estructura-función en los diferentes niveles organizativos, constituye una premisa básica para comprender el comportamiento de las semillas en almacenamiento, manejo y germinación. La morfología de la semilla es el resultado de los procesos fisiológicos involucrados en su desarrollo y esa configuración física (composición química, tamaño, forma, disposición y estructura de tejidos y órganos), afecta de diferentes maneras y en diferentes etapas ontogenéticas, la naturaleza y eficacia de las actividades funcionales. Se analizaron semillas de varias especies de árboles neotropicales para demostrar la variación en estructura, en los patrones de germinación y en la respuesta a algunos factores ambientales como nivel de humedad y temperatura. Se propone que los mecanismos de selección de árboles semilleros, la recolección de semillas, las técnicas de manejo y almacenamiento y la metodología para mejorar los niveles de germinación, deben basarse en el conocimiento de la especie y, en especial, de las semillas.**

Las semillas son entidades dinámicas, tridimensionales, y su morfología es el resultado de los procesos fisiológicos y ambientales involucrados en su desarrollo. La diversidad en estructura interna y externa se relaciona, en gran parte, con una amplia gama de formas de dispersión y germinación. Estas variaciones morfológicas incluyen diferencias en tamaño, forma, color y textura; entre las anatómicas se encuentran la presencia, ausencia y posición de los tejidos de reserva; tamaño, forma y posición del embrión; forma y tamaño de la calaza, estructura de la cubierta seminal y presencia o ausencia de estructuras especiales, como estructuras arilares de origen exostómico (elaiosoma, carúncula), rafal (estrofiolo) o funicular. La configuración física (tamaño, forma, disposición y estructura de órganos y tejidos) afecta de diversas maneras, en diferentes etapas ontogenéticas, la naturaleza y eficacia de las actividades funcionales, y tiene una influencia directa en el comportamiento de la semilla en almacenamiento y durante el proceso de germinación (Flores 1994).

En el desarrollo de la semilla pueden identificarse tres fases, desde un punto de vista funcional. Al inicio, hay una serie de divisiones celulares que dan origen a los tejidos que constituirán la cubierta seminal y el embrión (embriogénesis temprana); no obstante, en vez de continuar hacia el desarrollo de la plántula, los cambios ontogenéticos se orientan hacia una nueva fase que tiene como objetivo, garantizar el éxito de la descendencia como unidad independiente. En esta etapa se acumulan las sustancias de reserva. En la tercera y última fase, la desecación concluye la maduración y conduce a un estado de quiescencia metabólica, interpolado entre el desarrollo y la germinación. Este periodo de desecación juega un papel importante en el cambio de actividades del programa de desarrollo al programa de germinación-crecimiento, y se caracteriza por una disminución en la síntesis de proteínas de almacenamiento y un giro hacia la síntesis de proteínas relacionadas con la germinación-crecimiento. El ácido abscísico (ABA) juega un papel importante en el desarrollo y

---

\* Museo Nacional, San José, Costa Rica

---

maduración de las semillas. Induce la expresión de un grupo de genes durante el desarrollo y la expresión de las deshidrinas (LEA) en la fase de secado (Finch-Savage 1995, Flores 1994, Kermodé & Jiang 1994).

El desarrollo del embrión comprende el establecimiento de una organización espacial precisa de las células derivadas del cigoto (patrón de formación), y la generación de una diversidad celular dentro del embrión en desarrollo (citodiferenciación). Existe un sistema jerárquico de expresión de los genes que regula la división celular y la citodiferenciación (Lindsey & Topping 1993). La posición y tamaño del embrión es muy variable en las distintas semillas (Flores 1994).

La germinación involucra la transición de las células de un estado de deshidratación y baja actividad metabólica, a otro hidratado y metabólicamente activo. El agua es absorbida por muchas semillas de manera trifásica: **a-** imbibición; **b-** germinación **sensu stricto** y **c-** crecimiento del embrión (Tissaoui & Côme 1975). La imbibición corresponde a la rápida absorción de agua, que conduce a un incremento regular de la actividad respiratoria. Germinación **sensu stricto** es la verdadera fase de germinación. Es el proceso de activación del embrión, que no está acompañado por ningún cambio morfológico aparente. El crecimiento está marcado por el inicio del alargamiento de la radícula y un significativo cambio del estado fisiológico del embrión (Tissaoui & Côme 1975).

Los factores ambientales externos que regulan la actividad del árbol madre, durante la maduración de la semilla (temperatura, luz, foto y termoperiodo, humedad relativa del aire, potencial de agua en el suelo, así como los parámetros internos - potencial de agua de la progenitora, su estado nutricional y hormonal-, y la posición de la semilla en el árbol), afectan la germinabilidad de la semilla. Un factor siempre relegado y cuya dimensión no ha sido bien evaluada, es cómo el genoma que la diáspora recibe de sus progenitores controla la germinación. Las diversas partes de la diáspora difieren en genotipo; los tejidos del fruto, otros tejidos maternos que circundan la semilla y la cubierta seminal tienen genotipo materno. El endosperma tiene 1/3 paterno y 2/3 maternos en la semilla de tipo más común; el embrión tiene 50 % materno y 50 % paterno. En general, el genotipo de uno o ambos padres afecta la estructura y composición de varias partes de la diáspora. El ritmo endógeno anual de la germinabilidad de la semilla y los mecanismos internos que lo regulan, tampoco son bien conocidos.

La tolerancia a la desecación que muestran las semillas en su medio natural, o la ausencia de esta capacidad, también se manifiesta cuando éstas se almacenan. Con base en ese carácter, Roberts (1973), definió dos tipos de semillas: ortodoxas y recalcitrantes, que muestran respuestas fisiológicas contrastantes de supervivencia, como respuesta al contenido de agua y la temperatura, bajo condiciones de almacenamiento.

Las semillas ortodoxas pueden deshidratarse sin daño, hasta niveles muy bajos de humedad (2 a 5 %) y en una amplia gama de condiciones. La longevidad de éstas aumenta con la disminución en el contenido de humedad de almacenamiento, de modo cuantificable y predecible. Todas estas semillas pierden agua durante la última fase de maduración y gradualmente adquieren tolerancia a la desecación. Esta tolerancia está asociada con cambios metabólicos como disminución de la respiración, aumento de algunos carbohidratos u oligosacáridos y acumulación de deshidrinas (proteínas LEA). Durante la germinación pierden esa tolerancia, a veces horas después de la emergencia radicular. La deshidratación en esta etapa conduce a un deterioro irreversible, en el que la peroxidación de los lípidos y los radicales libres juegan un papel importante.

---

Bonner & Vozzo (1990) subdividen las semillas ortodoxas en artodoxas verdaderas, almacenables por largos periodos, a contenidos de humedad de 5-10 % y temperaturas ligeramente superiores al congelamiento, y subortodoxas que pueden almacenarse en las mismas condiciones, pero por periodos menores, debido a la alta concentración de lípidos o cubiertas seminales delgadas.

Las semillas recalcitrantes no se desecan al madurar y no experimentan reducción del metabolismo celular. No toleran ni sobreviven la desecación. Mueren cuando el potencial de agua alcanza niveles similares a los del punto de marchitez permanente en muchos tejidos en crecimiento (-1.5 a 5.0 MPa; Pritchard 1995). Estas semillas no se desecan al madurar y no experimentan reducción del metabolismo celular. Si se desecan, muestran gran resistencia a la rehidratación; por otra parte, la pérdida de agua tiene relación directa con la estructura de la semilla (Flores 1994, 1995); en especial con la localización del agua en el interior.

La deshidratación de tejidos intolerantes (recalcitrantes) provoca un deterioro de las membranas (plasmalema y mitocondrias), disminución de la respiración y nivel de ATP. Los procesos oxidativos y los radicales libres parecen involucrados en el deterioro celular y molecular (Côme & Corbineau 1995, Pritchard 1995). La pérdida de la integridad celular conduce a la pérdida de la viabilidad (Flores 1994). Las semillas recalcitrantes hidratadas y metabólicamente activas no parecen tolerar el transporte aéreo o a distancias largas.

Las plantas que producen semillas recalcitrantes habitan por lo general, en ambientes que promueven una germinación rápida y un establecimiento de semilla casi inmediato, como los pantanos o bosques tropicales muy húmedos, en los cuales el secado de maduración ofrece pocas ventajas adaptativas. Existe una gradación en el grado de recalcitrancia y hay una diferencia entre las especies de zonas templadas y tropicales. Bonner & Vozzo (1990) subdividen las semillas recalcitrantes en recalcitrantes templadas y recalcitrantes tropicales. Las primeras no pueden secarse del todo, pero pueden almacenarse de tres a cinco años, a temperaturas cercanas al congelamiento, las segundas tampoco pueden secarse y mueren a temperaturas menores de 10 a 15°, según la especie.

Las categorías ortodoxa y recalcitrante no respondían satisfactoriamente a todas las observaciones realizadas sobre almacenamiento de las semillas. Por lo anterior, Ellis, Hong & Roberts (1990) propusieron una tercera categoría denominada semillas intermedias. Estas semillas sobreviven la desecación en niveles de humedad intermedios, pero una mayor pérdida de agua, da como resultado la pérdida de la viabilidad (Flores 1994).

La diversidad en estructura y comportamiento de las semillas sugiere la conveniencia de utilizar modelos biológicos, que representen tendencias básicas y faciliten predecir el posible comportamiento en almacenamiento y germinación (Flores 1995).

---

## Literatura Citada

- BONNER, F.T. & J.A. VOZZO. 1990. Storing recalcitrant tropical forest tree seeds. *Memorias del Seminario-Taller sobre investigaciones en semillas forestales tropicales*. CONIF. Serie Documentación (Colombia) N° 18. Bogotá.
- COME, D. & F. CORBINEAU. 1995. Metabolic damage related to desiccation sensitivity. Technical workshop on handling and storage of intermediate and recalcitrant tropical tree species. IPGRI/Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark.
- ELLIS, R.H., HONG, T.D. & E.H. ROBERTS. 1990. An intermediate category of seed storage behavior? I. Coffee. *Jour. Exp. Bot.* 41:1167-1174.
- FINCH-SAVAGE, W.E. 1995. The role of developmental studies in research on recalcitrant and intermediate seeds. Technical workshop on handling and storage of intermediate and recalcitrant tropical tree species. IPGRI/Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark.
- FLORES, E.M. 1994. *La planta. Estructura y función*, Cartago, Costa Rica, ITCR.
- \_\_\_\_\_. 1995. Recalcitrant tree seed species of socio-economic importance in Costa Rica, state of knowledge of physiology. Technical workshop on improved methods for handling and storage of intermediate- recalcitrant forest tree seed. IPGRI/Danida Forest Seed Centre. Humlebaek, Denmark.
- KERMODE, A.R. & L. JIANG. 1994. The role of desiccation in the termination of storage protein gene expression. International Workshop. Desiccation tolerance and sensitivity of seeds and vegetative plant tissues. Kruger National Park, South Africa.
- LINDSEY, K. & J.F. TOPPING. 1993 Embryogenesis: a question of pattern. *Jour. Exp. Bot.* 44: 359-374.
- PRITCHARD, H.W. 1995 Biochemical, biophysical and physiological methods for the assesment of recalcitrance and intermediate seed quality: summary paper. Technical workshop on improved methods for handling and storage of intermediate/recalcitrant forest tree seeds. IPGRI/Danida Forest Seed Centre, Humlebaek, Denmark.
- ROBERTS, E.H. 1973 Predicting the storage life of seeds. *Seed Science and Technology*. 1: 499-514.
- TISSAOUI, T. & COME, D. 1975. Mise en évidence de trois phases physiologiques différentes au cours de la "germination" de l'embryon de pommier non dormant, grâce à la mesure de l'activité respiratoire. *Physiol. Vég.* 13.95-98.

---

## Tratamientos pregerminativos para algunas especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica

Lucía Rodríguez \*

Dentro de los aspectos que presentan mayor dificultad de manejo en las semillas de especies forestales tropicales están: la germinación escalonada y los porcentajes bajos de germinación ocasionados muchas veces por mecanismos de latencia. Debido a lo anterior, se realizan estudios pregerminativos dentro del marco del Proyecto COSEFORMA, en el Laboratorio de Semillas Forestales del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Para varias especies se identifican tratamientos que ayudan a homogenizar, a aumentar los porcentajes de germinación y a disminuir los períodos de latencia de las semillas. Esto facilita su manipulación, tanto en condición fresca, como después del almacenamiento; contribuyendo a su vez a simplificar y planificar las labores de producción de plántulas en vivero, sobre todo cuando se presentan períodos de germinación prolongados. Los tratamientos más exitosos de acuerdo a cada especie fueron: Vainillo (*Stryphnodendron excelsum*): a) Corte de testa, donde se obtuvo un 100 % de germinación, en 10 días. b) Imbibición en ácido sulfúrico, la germinación fue de 98 a 100%, entre los 8 y 10 días. Mientras que en condición normal, el período de germinación se puede prolongar hasta un año, sin terminar. Pílon (*Hieronyma oblonga*). Después de aplicados los tratamientos (lijado e imbibición de diferentes sustancias), la germinación se inició, entre los 10 y 15 días, obteniéndose porcentajes de germinación de 65 a 80%. Lagarto (*Zanthoxylum mayanum*). El lavado de las semillas, con “agua y jabón”, redujo el tiempo de inicio de la germinación a 45 días, el cual completó a los 90 días, con un porcentaje de germinación del 100%.

### Introducción

Al alcanzar la semilla su punto máximo de madurez, se inicia un período de letargo producido por factores internos y externos, que normalmente se interrumpe cuando se presentan las condiciones adecuadas para la germinación. Sin embargo, en diversas ocasiones las semillas no germinan o lo hacen paulatinamente, debido a que presentan algún grado de letargo o reposo ( estado en el cual, una semilla viable es incapaz de activar e iniciar su proceso de germinación, a pesar de tener condiciones de agua, temperatura, etc., apropiadas para tal efecto).

Según Flores (1994), hay varias causas que determinan el letargo prolongado, entre ellas: presencia de embriones rudimentarios o fisiológicamente inmaduros, la resistencia mecánica o cubiertas seminales impermeables, los inhibidores de la germinación y el almacenaje insuficiente; no obstante, algunos tipos de letargo son el resultado de interacciones multifactoriales.

Triviño *et al.* (1990), mencionan que los aspectos que presentan dificultad de manejo de las semillas de especies tropicales están: la baja germinación y el tiempo de germinación prolongado, ocasionado por mecanismos de latencia y precisamente estas fueron algunas de las condiciones que

---

\* Laboratorio de Semillas Forestales, Sede Regional, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

---

se encontraron al iniciar los estudios con semillas de especies forestales nativas, dentro del marco del Proyecto de Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero (COSEFORMA). De estas limitaciones encontradas, surgió la necesidad de buscar soluciones, y que permitan facilitar el manejo de las semillas forestales.

El propósito de esta investigación, fue identificar tratamientos simples y útiles que permitan homogenizar y mejorar la germinación; así como disminuir los períodos de latencia con métodos accesibles al productor.

Las especies investigadas fueron: **pilón** (*Hyeronima oblonga*), **lagarto** (*Zanthoxylum mayanum*) y **vainillo** (*Stryphnodendron excelsum*). Se ofrece información sobre los resultados de los tratamientos que mostraron un efecto mejor; aunque fueron probados muchos más de los que se mencionan, no todos mostraron un efecto relevante.

### **Pruebas de laboratorio**

Los estudios se realizaron en el Laboratorio de Semillas del Instituto Tecnológico de Costa Rica, ubicado en la Sede Regional de Santa Clara, San Carlos, a 160 msnm, con una precipitación promedio anual de 2700 mm y una temperatura promedio de 24.7 °C.

El material fue colectado de diferentes árboles según la especie, distribuidos en las cuatro regiones bioclimáticas que predominan en el área de estudio. Para la mayoría de las pruebas se usó semilla fresca, excepto en el vainillo (*Stryphnodendron excelsum*), donde se trataron también semillas, que después de dos meses de sembradas, no habían germinado.

Para cada tratamiento, se utilizaron 100 semillas seleccionadas al azar y divididas en cuatro repeticiones de 25 semillas cada una, las cuales se colocaron en cajas plásticas para germinación, tapadas. El sustrato utilizado fue modificado, para determinar si existe alguna respuesta de acuerdo con la especie. En el caso del vainillo, siempre se utilizó arena esterilizada, tratada además con una disolución de vitavax, sobre todo para el riego, con el fin de disminuir la incidencia de hongos. Esta disolución se usó también en el riego de los otros ensayos. Para pilón, se probaron dos sustratos, arena esteril y papel de germinación. En cuanto al lagarto, se efectuaron pruebas con más sustratos, con el fin de probar su efecto. En este caso, se probaron mezclas de arena con tierra, tierra con granza, arena sola esterilizada y papel de germinación.

Todas estas pruebas, se realizaron bajo condiciones controladas de laboratorio, utilizando para tal efecto, cámaras de germinación reguladas a 12 horas luz y 29°C ( ± 1°C ) durante el día y 12 horas de oscuridad y 24°C ( ± 1°C ) para el período nocturno.

La duración de los ensayos, varió según la especie. Para **vainillo** pueden ser suficientes 60 días, el **pilón** y el **lagarto**, siguen germinando después de los 90 días. Así mismo, se efectuaron los conteos de las semillas germinadas cada 1, 2 ó 3 días. Después de concluído el ensayo se evaluó y calculó el porcentaje de germinación para cada tratamiento.



---

Los tratamientos probados de acuerdo con especie fueron los siguientes:

Vainillo (*Stryphnodendron excelsum*). Corte de testa, corte más inmersión en agua durante 2 h, cautil eléctrico, imbibiciones en ácido sulfúrico puro, a diferentes tiempos, lijado más imbibición en agua durante 24 h, lijado más imbibición en ácido giberélico, imbibición en agua durante 24 h, imbibición en agua caliente (80°C) hasta enfriar, imbibición en ácido giberélico y un testigo. Para los tratamientos con corte de testa se utilizó una tijera corriente. Cuando se utilizó alguna sustancia química como tratamiento, la semilla se lavó bien con agua posteriormente. Se probó además, la respuesta de la germinación con corte de testa, en semillas que normalmente se desechan durante la homogenización del material: a) por su tamaño (más pequeñas) y por su forma : (más planas o aplastadas) o (infladas\*), en las cuales se observó el desarrollo de la plántula.

Lagarto (*Zanthoxylum mayanum*). Inmersión en agua durante 48 h, lavado con esponja y jabón (\*\*), lijado, sumersión en alcohol de 95° durante 24 hr, imbibición en ácido sulfúrico al 70%, acetona al 10%, ácido giberélico al 10%, xilol puro, imbibición en agua caliente (80°C) hasta enfriar y el testigo. En el caso de lavado con jabón, la semilla se restregó con la esponja y jabón, tratando de eliminar la cobertura grasa que posee, luego se lavó con agua.

Pilón (*Hieronyma oblonga*): Lijado e imbibición en ácido giberélico a diferentes concentraciones, inmersión en ácido sulfúrico, inmersión en xilol, imbibición en agua 24 h, lavado con agua y jabón, lijado, lavado más imbibición en ácido giberélico, inmersión en agua caliente (80°C) hasta enfriar, imbibición en agua durante tres días y el testigo.

## Resultados

El Cuadro 1 presenta un resumen con los resultados obtenidos, de acuerdo con los tratamientos que resultaron más efectivos, en cada especie. Los valores corresponden a promedios de repeticiones efectuadas para un mismo tratamiento.

El Cuadro 2 resume los resultados de germinación obtenidos para un lote de semilla de vainillo, de acuerdo con tres categorías establecidas durante la homogenización. En la segunda columna aparecen los días que tardan las semillas para germinar (con corte de testa), después de ponerla en sustrato de arena. La capacidad germinativa se refiere a la cantidad de semillas que germinan desde que se inicia la germinación, hasta un período máximo de 30 días. El vigor se determina por la cantidad máxima de semillas germinadas que se obtiene en el menor número de días; a este período se le denomina “período energético” (Carreño y Martínez 1983).

---

\* Con forma más redondeada, (casi romboidal ) que en su estado normal, comprimidas lateralmente.

\*\* Composición química del jabón: Dodecil Bencen Sulfonato de Sodio, Carbonato de Sodio, Dióxido de Titanio y Bentonita.

**Cuadro 1.** Resumen de resultados con tratamientos pregerminativos aplicados a tres especies forestales nativas en Costa Rica.

Especie	Tratamientos	Inicio de germ. (días)	Término germ. (días)	Resultados (%)
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	- Corte de testa	3-5	6-10	100germ.
	- Imbibición a. sulfúrico	2-3	7-8	98-10
	- Coutil	3-5	8-10	95-100
	- Imbibición en agua	13-15	40	08-20
	- Otros.	> 20	> 40	03-15
<i>Hieronyma oblonga</i>	- Lijado	10-15	> 60 días	70-75% germ
	- Imbibición a. giberélico. ( $\pi$ concentraciones)	10-12	"	66-70%
	- Imbibic. 3 días en agua	12-15	"	56-60%
	- Grado madurez + lija	10-12	"	75-80
	- Otros.	> 25	"	03-40
<i>Zanthoxylum mayanum</i>	- Lavado (agua y jabón)	45	90	90-100
	- Lavado + a. giberélic.	35	> 90	32
	- Lijado	25	> 90	05-10
	- Imbibición en agua	25	> 90	16-20
	- Otros.	> 60	> 90	0- 05

40

## Discusión y Conclusiones

El término "latencia" o resistencia a la germinación de una semilla viable, es comúnmente utilizado cuando una semilla, a pesar de contar con factores "apropiados" (temperatura, agua, luz, etc.) para su germinación, por alguna razón ésta no ocurre.

Esta latencia o dormancia sirve en la naturaleza, como medio de protección a la semilla a condiciones adversas o poco estables para la sobrevivencia de plantas jóvenes. Según Niembro (1988), se ha observado que la latencia puede variar de un año a otro, aún dentro de un mismo individuo.

**Cuadro 2.** Evaluación del comportamiento germinativo de la semilla de vainillo, de acuerdo a su categoría, en Costa Rica

Especie: *Stryphnodendron excelsum* (vainillo); procedencia: La Gloria; fecha de recolección: 02-03-95; siembra: 08-03-95

Tratamiento pregerminativo: Corte de testa

Tipo de semillas	Inicio germinación (días)	Capacidad germinativa (%)	Vigor de germinación (%)	Período energético (%)
Pequeñas	4	98	66	4
Planas	4	72	38	5
Infladas	5	86	55	4

Lo anterior justifica claramente, por qué se deben aplicar métodos diferentes para romper la latencia, de acuerdo con la especie y el tipo de latencia que pueda presentar la semilla. De las especies estudiadas, se pueden hacer las siguientes anotaciones:

**Vainillo (*Stryphnodendron excelsum*):** La semilla de esta especie presenta una testa muy dura y el tegumento que la cubre ofrece resistencia a la permeabilidad, motivo por el cual los tratamientos de corte de testa o de inmersión en ácido sulfúrico, promueven el rompimiento de esa barrera y permiten que la semilla pueda imbibirse fácilmente, para su germinación. Sin embargo, el corte de testa se ha utilizado a nivel de ensayos de germinación, donde la cantidad de semilla es relativamente poca. Para la escarificación de grandes cantidades se aconseja utilizar el tratamiento con ácido sulfúrico, siempre y cuando se tomen las medidas de precaución necesarias, el equipo y el sitio adecuado para realizarlo.

Según estudios efectuados en Brazil, con *S. barbadetimam*, (Barradas y Handro, 1974), el efecto inhibitor del tegumento, decrece considerablemente al almacenar semillas de esta especie por un año, por lo tanto, valdría la pena verificar si ocurre algo similar con *S. excelsum*.

**Lagarto (*Zanthoxylum mayanum*):**

La semilla de esta especie es negra, brillante y al tacto se desprende una película grasosa. Estos aceites que contiene la testa, posiblemente inhiben la germinación y se cree que el lavado con jabón contribuye a eliminarlos, pero se debe verificar una vez que se tengan los resultados de análisis químico de la semilla.

En una muestra de semillas un alto porcentaje ( $\pm 50\%$ ), pueden estar dañadas o perforadas, condición que se debe tener presente al separar un lote de semilla para determinado uso. Como

---

consecuencia, los porcentajes de germinación pueden variar de una procedencia a otra, incluso de un año a otro con muestras del mismo individuo. Mientras no se evalúen otros tratamientos con resultados más positivos, se puede aplicar fácilmente el lavado con agua y jabón, utilizando un sustrato a base de tierra para la germinación.

**Pilón (*Hieronyma oblonga*):** El fruto de esta especie es una drupa pequeña y redonda, de color verde cuando es inmaduro y rojizo al madurar. El endocarpo que rodea la semilla es duro y forma una barrera para la germinación. Es por esto que al utilizar los tratamientos de lijado, se han obtenido resultados mejores.

De acuerdo con estudios realizados por el Proyecto COSEFORMA, se presentan además variaciones en cuanto a producción y a porcentajes de germinación de un año a otro, incluso dentro de un mismo individuo. Por otra parte, la cosecha se ve afectada por insectos que perforan los frutos en estado verde produciendo un porcentaje alto de semillas dañadas.

Al igual que en el *Zanthoxylum*, la germinación varía según el sustrato utilizado y aunque se ha logrado aumentar el porcentaje de germinación todavía se requiere de más pruebas y ensayos con esta especie, que por falta de semilla no se han podido efectuar .

Los tratamientos pregerminativos ofrecen una buena opción y solución para el manejo de semillas sobre todo con semillas de especies de importancia forestal. Quizá aún no se les ha dado la importancia que merecen, lográndose a través de estos un incremento tanto en la capacidad como en la energía germinativa de la semilla. Con estos ensayos se ha tratado de obtener el conocimiento necesario que facilite la manipulación de especies de interés y así, ofrecer al productor opciones nuevas en los programas de reforestación y contribuir con la preservación de las especies nativas.

### **Literatura citada**

- BARRADAS, M.; HANDRO, W. 1974. Algumas observações sobre a germinação da semente do barbatimão, *Stryphnodendron barbadetimam* (Vell.) MART. (Leguminosae-mimosoideade). Bol. Botânica, Universidad de Sao Paulo. 2: pp.139-150
- CARREÑO, E.; MARTINEZ, A. 1983. Respuesta de 10 Especies Forestales a diferentes tratamientos pregerminativos y repetición en vivero Universidad Distrital F.J.C. (Tesis). Facultad de Ingeniería Forestal. Bogotá.
- FLORES V., E. 1994. La Planta: estructura y función. 2da. Ed. Cartago. Editorial Tecnológica de Costa Rica, . 504 p.il.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1993. Handbook of Vigour Test Methods. 2nd. Ed. 1987. 72 p.
- NIEMBRO, R. A., 1988. Semillas de árboles y arbustos. Ontogenia y Estructura. México. Limusa. 208 p.
- TRIVIÑO, T.; ACOSTA, R. de; CASTILLO, A. 1990. Técnicas de Manejo de Semillas para algunas Especies Forestales Neotropicales en Colombia. Proyecto CONIF-CIID- INDERENA. Serie de Documentación No. 19. Bogotá, Colombia. 90 p.

---

## Efecto de la reducción de horas luz en la germinación de cinco especies forestales

Carolina Soihet ; Alma Saravia\*

Se describe en este ensayo el efecto de la reducción de luz en la germinación de cinco especies forestales a nivel de laboratorio. Las especies analizadas son *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium saman*, *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Gmelina arborea*. El objetivo fue comparar la influencia en la germinación con iluminación de ocho y 24 horas. Se encontró que la reducción de luz por 16 horas estimula la germinación en *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecellobium saman* y *Gmelina arborea*.

### Introducción

El ensayo describe el efecto de la reducción de la luz en la germinación de cinco especies forestales, a nivel de laboratorio. Las especies analizadas fueron: guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), saman (*Pithecolobium saman*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), madreño (*Gliricidia sepium*) y melina (*Gmelina arborea*).

El objetivo de este ensayo fue comparar las diferencias en germinación entre la iluminación completa (24 horas luz) y la reducción de la luz (8 horas luz) para cada especie, y a la vez determinar diferencias de germinación con respecto al tiempo entre los dos tratamientos.

### Metodología

Los experimentos se realizaron en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF), situado en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se utilizaron los siguientes lotes comerciales de semillas:

No. Lote	Especie	Fuente semillera
BL013 / 94A	<i>E. cyclocarpum</i>	Las Juntas, Abangares
BL012 / 94A	<i>G. sepium</i>	Naranjo, Alajuela C.R.
4034	<i>L. leucocephala</i>	Hawaii ,USA
BL006 /94A	<i>P. saman</i>	Las Juntas, Abangares

---

\* Estudiantes de Maestría, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

---

La semilla fue homogenizada para tomar una muestra representativa de 400 semillas, la cual se subdividió en dos submuestras de 200 semillas, para ser distribuidas en cuatro parcelas de 50 semillas. Los tratamientos utilizados consistieron en exposición permanente a la luz y restricción total de luz por 16 horas.

La germinación se realizó en cabinas de germinación a 30 °C en el día y 25 °C en la noche, utilizando cajas plásticas transparentes con tapa y un sustrato de arena de río esterilizada. En promedio se utilizaron 2 kg/sustrato/caja con 450 ml de agua. La restricción de la luz se realizó cubriendo las cajas con papel de aluminio.

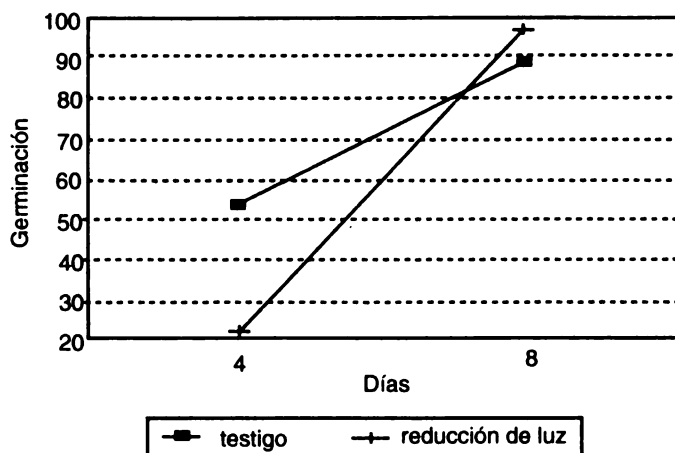
Las semillas de estas especies recibieron un tratamiento pregerminativo con el fin de estimular la germinación; fueron escarificadas manualmente con una tijera, rompiendo la cubierta, sin dañar el embrión. Las semillas de melina, se sometieron también a un proceso de inmersión en agua por cinco días. Para detectar si habían diferencias de germinación entre tratamientos y con respecto al tiempo, se utilizó un diseño de parcelas divididas en el tiempo, tomando como parcelas grandes los tratamientos y el tiempo como subparcelas. Para el análisis de este diseño se utilizó el programa de análisis estadístico SAS.

Se realizaron conteos de las plántulas germinadas cada tres días, hasta el final de la germinación. Los datos de los conteos para cada especie y tratamiento se almacenaron en formularios ideados para este fin. Con estos resultados se determinó el porcentaje de germinación para cada especie y tratamiento.

## **Resultados**

En *E. cyclocarpum* se detectaron diferencias en la respuesta de germinación entre los tratamientos o efectos principales, tanto en el tiempo como en la interacción de los tratamientos con respecto al tiempo.

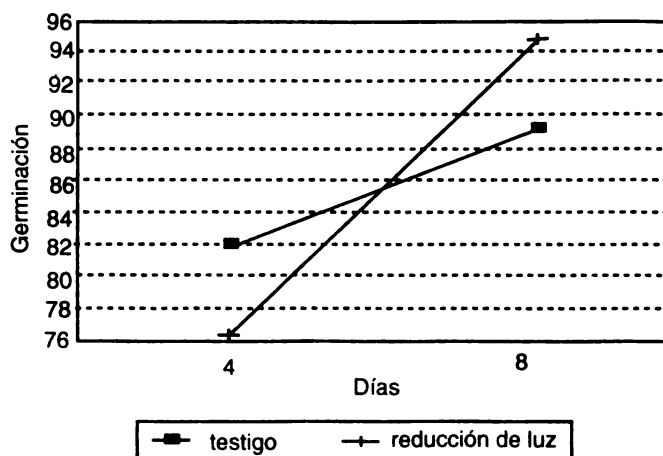
A los cuatro días se observó una germinación del 54% para el testigo (24 horas luz) y del 21.5% para la reducción de luz (16 horas sin luz), siendo estas diferencias altamente significativas. A los ocho días se observó que el testigo había germinado un 88% y el tratamiento de reducción de luz un 96.5%, siendo esta diferencia altamente significativa. Al inicio el porcentaje de germinación es mayor en el tratamiento testigo y al final, este porcentaje es mayor para el tratamiento de la reducción de luz (Fig. 1).



**Figura 1.** Efecto de las horas luz en la germinación de *Enterolobium cyclocarpum*

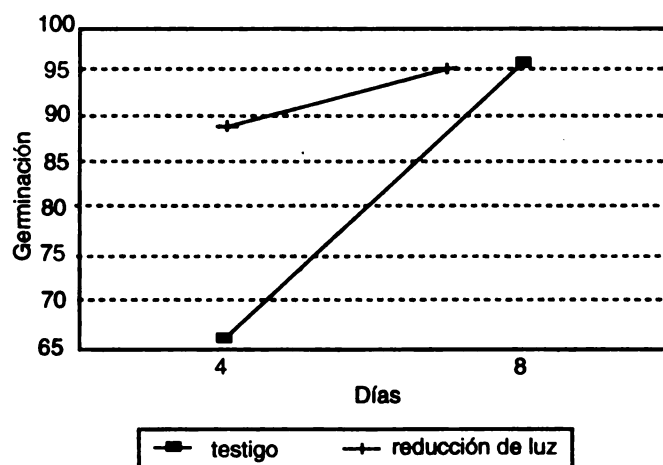
En *G. sepium* no se detectaron diferencias entre tratamientos. Los tratamientos se comportaron igual a través del tiempo, sólo se detectaron diferencias con respecto al tiempo.

A los cuatro días se observó una germinación del 82% para el testigo y del 76.5% para el tratamiento de reducción de luz; a los ocho días se observó un 89.5% para el testigo y un 95% para la reducción de luz, diferencias que no son significativas (Figura 2).



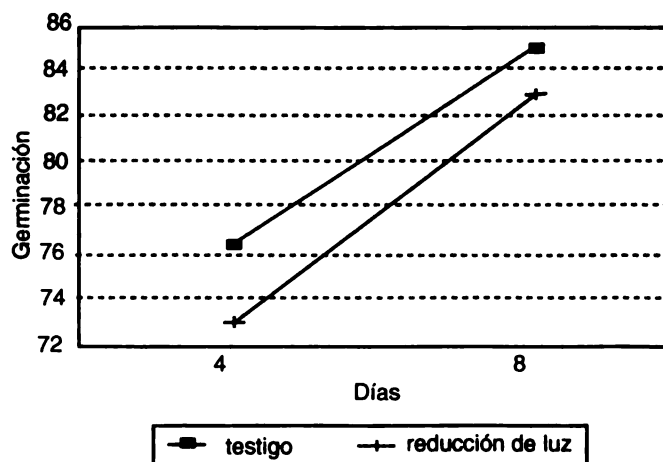
**Figura 2.** Efecto de las horas luz en la germinación de *Gliricidia sepium*.

En *P. saman* a los cuatro días se observó una germinación del 66% para el testigo y de un 89% para la reducción de horas luz, y a los ocho días la germinación fue de 96.5% para el testigo y de un 97.5% para la reducción de luz. Las diferencias son altamente significativas al inicio de la germinación, mientras que al final éstas tienden a igualarse (Figura 3).



**Figura 3.** Efecto de las horas luz en la germinación de *Pithecolobium saman*.

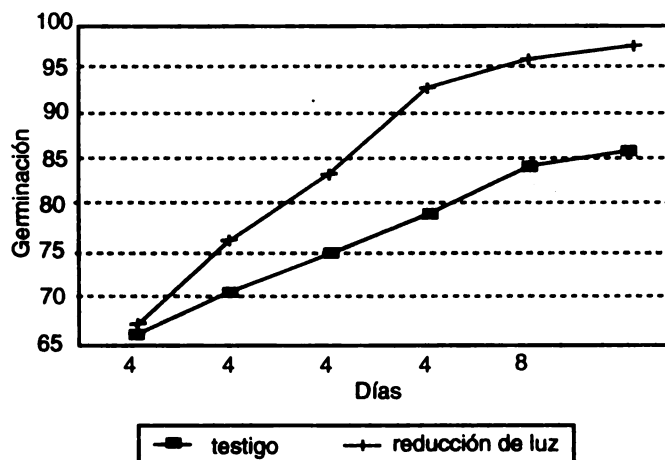
Para *L. leucocephala* a los cuatro y ocho días, no se detectaron diferencias significativas de germinación del testigo con respecto a la reducción de luz; a los cuatro días se observa una germinación de 76.5% para el testigo y de 73% para la reducción de horas luz; a los ocho días se observa una germinación de 85% para el testigo y de un 83% para la reducción de luz (Fig. 4).



**Figura 4.** Efecto de las horas luz en la germinación de *Leucaena leucocephala*.



En *G. arborea* se detectaron diferencias entre los efectos principales y su interacción con el tiempo. Se observa a través de todo el período de germinación, que el tratamiento de reducción permitió una mejor germinación que en el testigo (Fig.5).



**Figura 5.** Efecto de las horas luz en la germinación de *Gmelina arborea*.

## Conclusiones

En la mayoría de las especies analizadas el tiempo fue un factor importante en las diferencias encontradas, los tratamientos se comportaron en forma diferente con respecto al tiempo.

Para guanacaste, saman y melina se presentó una interacción con respecto al tiempo y ésta fue mayor para melina. Para madreño y leucaena no hubo diferencias respecto a los efectos principales y sus interacciones, pero si hubo diferencias respecto al tiempo.

Se observó en la mayoría de las especies un porcentaje mayor de germinación al final del período para el tratamiento de reducción de luz. Así mismo, las horas luz fueron un factor determinante en la respuesta de la germinación en las especies estudiadas.

Para el montaje de ensayos de laboratorio debe restringirse la luz, al menos por un período de 16 horas, a las especies *Enterolobium cyclocarpum*, *Pithecolobium saman* y *Gmelina arborea*.

Resulta conveniente también verificar este comportamiento de la germinación a nivel de producción en vivero.

## Literatura citada

GEILFUS F. 1994. El árbol, al servicio del agricultor; manual de agroforestería para el desarrollo rural. VI. Turrialba, C.R. 778 p.

SALAZAR, R. 1993. Semillas forestales, factores que afectan la producción *In* Curso de Semillas Forestales. Capítulo I. Turrialba C.R. 12 p.

# Aspectos de la fisiología de la germinación y almacenamiento de semillas de importancia forestal

José J. Sánchez\*

Se investigaron diferentes aspectos de la fisiología de la germinación y almacenamiento de semillas en cuatro especies forestales: *Calophyllum brasiliense* (cedro maría), *Platymiscium pinnatum* (crístóbal), *Tabebuia guayacan* (corteza) y *Terminalia amazonia* (amarillón). Se evalúa la calidad física de las semillas (contenido de humedad, número de semillas por kilogramo, pureza). Se estudia su sensibilidad a la pérdida de humedad para determinar si son recalcitrantes o no. Se evalúa su viabilidad y vigor de las semillas, sometidas a diferentes condiciones de almacenamiento. Se almacenan a temperaturas de 5, 10, 15 y 20 °C en bolsas plásticas. Se hacen pruebas de germinación y vigor mensualmente, durante seis meses y posteriormente a los 9 y 12 meses. Las pruebas se hacen con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una.

## Introducción

El almacenamiento de semillas se ha investigado principalmente para especies de importancia agrícola (Moreno, 1984). Hasta hace poco tiempo, se ha enfatizado en la necesidad de investigar diferentes condiciones de almacenamiento para especies de importancia forestal (Vazquez-Yanez y Toledo 1989, Nichols y González 1992). Las especies forestales que se usan comercialmente en Costa Rica, son en su mayoría exóticas y es muy poco lo que se ha investigado en las especies nativas (González 1991b).

Los trabajos que se han llevado a cabo en especies forestales nativas de Costa Rica se refieren principalmente a ensayos de germinación relación entre el contenido de humedad y germinación de las semillas (González, 1991 a, b), anatomía y morfología de semillas (Arnáez y Moreira 1992), comportamiento de las especies en plantaciones (Butterfield 1992) y más recientemente, los trabajos de Flores (1992; 1993; 1994), que se refieren a aspectos de historia natural de las especies, morfología y germinación de semillas de especies forestales nativas.

El presente trabajo tiene como objetivo desarrollar la información básica en el campo de la fisiología de la germinación y almacenamiento de las semillas de cuatro especies de importancia forestal, en la Zona Sur de Costa Rica.

Se investigan las especies *Calophyllum brasiliense* Camb. (**cedro maría**), *Platymiscium pinnatum* (Jacq.) Dugand (**crístóbal**), *Tabebuia guayacan* (Seem.) Hemsl. (**corteza**) y *Terminalia amazonia* (Gmell.) Exell. (**amarillón**).

---

\* Departamento de Historia Natural, Museo Nacional, Costa Rica.

## **Recolección de semillas**

Las semillas se recolectaron de árboles semilleros previamente seleccionados. Estos árboles se localizan en una amplia zona que abarca desde Buenos Aires de Puntarenas, hasta San Vito de Coto Brus, incluyendo el Valle del Río Térraba, Costa Rica. Se trabajó con semillas provenientes de al menos cinco árboles.

## **Calidad física de las semillas**

**Contenido de humedad.** Se determinó por el método de secado en estufa. Se pesó una muestra de 5 a 15 g de las semillas. Las muestras fueron colocadas en una estufa graduada a 103 °C por 17 h. Luego se determinó el peso final de la muestra seca. Posteriormente se calculó el contenido de humedad con base en el peso húmedo. Para cada una de las especies se utilizaron cuatro repeticiones.

**Número de semillas por kilogramo.** Se pesaron ocho muestras de 100 semillas cada una, y se determinó su validez. Posteriormente, se calculó el número de semillas por kilogramo, referido a un contenido de humedad dado.

**Porcentaje de semillas vanas y con insectos.** Se tomaron ocho muestras de 100 semillas cada una, se abrieron y se determinó el promedio de semillas vanas y dañadas por insectos.

## **Sensibilidad de las semillas a la pérdida de humedad**

Con el fin de determinar cuál es el contenido de humedad mínimo al que las semillas pueden llevarse sin que resulten muertas o dañadas, éstas se secaron colocándolas en un cuarto cerrado, equipado con un extractor de humedad. La temperatura fue de 28°C y una humedad relativa de 40%.

Inicialmente se realizó una prueba de germinación con las semillas frescas. Posteriormente a otras submuestras de semillas se les extrajo el agua hasta obtener los contenidos de humedad que se quieren evaluar (Hanson 1985). Una vez alcanzado el grado de humedad deseado, se efectuaron las pruebas de germinación correspondientes en una cámara de germinación, con temperatura constante de 30°C, humedad relativa de 98% y períodos alternados de luz y oscuridad de 12 horas. Se usó como substrato papel para germinación. Se hicieron cuatro repeticiones de 50 semillas cada una. Para semillas grandes (*C. brasiliense*) se hicieron repeticiones de 25 semillas cada una.

## **Almacenamiento de semillas**

Las semillas se almacenaron con el contenido de humedad mínimo posible sin perder la viabilidad. Se probaron temperaturas de almacenamiento de 5, 10, 15 y 20°C. Para semillas almacenadas con contenido de humedad menor de 10%, se usaron bolsas plásticas. En cuanto se necesitó almacenar a mayor contenido humedad, se usaron bolsas de polietileno de un grosor de 0.4 a 0.5 mm, para favorecer el intercambio de oxígeno (sensu Bonner, 1980 citado por Muller 1992). Las pruebas de germinación se realizaron mensualmente, durante los primeros seis meses, y luego a los nueve y 12 meses.

---

**Prueba de vigor.** Debido a que los porcentajes de germinación por sí solos no brindan suficiente información, se hicieron mediciones del vigor de las plántulas, para obtener una mejor idea del efecto de los tratamientos de almacenamiento sobre la calidad fisiológica de las semillas. Las pruebas de vigor se realizaron con las plántulas obtenidas a partir de los ensayos de germinación. Para cristóbal y cedro maría, se usó la prueba de medición de biomasa, mientras que para corteza y amarillón se usó la prueba de clasificación de plántulas (AOSA 1983).

### **Avances de resultados**

***Calophyllum brasiliense.*** Se determinó que las semillas frescas contienen un 44% de humedad. En un kilogramo hay 290 semillas (D.E = 11.50, C.V = 3.34). Se encontró que el 6.86 % de las semillas son vanas (n=700); la semilla a simple vista, no es diferente de las otras, sin embargo, a la hora de disectarla se observó que su interior está lleno de un tejido esponjoso y no tiene embrión. También se encontró que el 4.28% de las semillas (n=700) están infectadas por larvas de un curculiónido (Coleoptera).

Se llevaron las semillas a los siguientes contenidos de humedad: 39, 34, 27.5, 23.5, 17.5 y 12.5 % en base húmeda. Se encontró que al 44% de humedad las semillas germinan en un 100%. Este porcentaje se reduce paulatinamente, conforme desciende el contenido de humedad; a 12.5% de humedad el porcentaje de germinación fue de 24%. Así mismo, se notó que el descenso en el contenido de humedad retrasa la germinación y se producen plantas débiles o anormales. Se demostró que las semillas de esta especie son sensibles a la pérdida de humedad; este hecho permite clasificarlas dentro del grupo de semillas recalcitrantes. Debido a su difícil manejo y a que no se contaba con suficientes semillas, los ensayos de germinación se realizarán con semilla de la cosecha 1996.

***Platymiscium pinnatum.*** Las semillas recién recolectadas tienen un contenido de humedad que varía entre 10 y 19 %. No se hicieron las pruebas de sensibilidad a la pérdida de humedad, ya que, las semillas con 10% de humedad germinaron en un 83.5 %, lo que indica que la pérdida de humedad en la semilla no afecta su viabilidad.

Las semillas se trataron con vitavax y se almacenaron en bolsas plásticas selladas térmicamente, con un contenido de 10% de humedad. Después de tres meses las semillas almacenadas a 5 y 10°C mantienen mejor su viabilidad, con porcentajes de germinación de 82.5 y 81 % respectivamente. Para 15 y 20°C se han obtenido porcentajes de germinación de 70 y 78%. Las semillas no germinadas se sometieron a una prueba de tetrazolium, lo que permitió observar señales de deterioro, tanto en los cotiledones como en el eje embrionario.

***Tabebuia guayacan.*** Se determinó que las semillas tienen un 6% de humedad, lo que indica que es una especie tolerante a la desecación. El porcentaje de germinación al inicio fue de 56.5%. Las semillas se trataron con vitavax y se almacenaron en bolsas plásticas selladas térmicamente. Al tercer mes de almacenamiento se notó que en todas las temperaturas (5, 10, 15 y 20 °C) su viabilidad se mantiene, con porcentajes de germinación de 61.5, 62, 61.5, 59.6 %, respectivamente. Los porcentajes de germinación son ligeramente más altos que al inicio. Esto puede deberse a aspectos inherentes a la muestra, o a que algunas semillas presentaban algún grado de reposo, que fue superado durante el almacenamiento.

***Terminalia amazonia***. En las semillas recolectadas, el 75.5% resultó en semillas vanas y un 4.5 % dañadas por insectos. Se pasaron por un soplador para separar las semillas llenas de las vacías. Se obtuvo un 54% de semillas llenas en la muestra de estudio. Los porcentajes de germinación se calcularon partiendo del hecho de que el 46% de las semillas son vanas. Al inicio se obtuvo un 75.2% de germinación. Después de un mes, en las semillas almacenadas a 5 y 10°C la germinación fue de 74.7 y 75.6 %, respectivamente, mientras que para 15 y 20°C fue de 67 y 64.7%, respectivamente. No obstante por ser resultados de sólo un mes habrá que esperar evaluaciones posteriores.

## Literatura citada

- AMERICAN ASSOCIATION OF OFFICIAL SEED ANALYSTS. 1983. Seed Vigor Testing Handbook. Contribution No.32 to the Handbook of Seed Testing. 88 p.
- ARNAEZ, E; MOREIRA, I. 1992. Estudio Bioecológico de Especies Forestales. Resumen de Ponencias del II Congreso Forestal Nacional. San José, C. R. pp. 22-23.
- BUTTERFIELD, R. 1992. Interacción Especie-Ambiente para 32 Especies Forestales de la Zona Norte. Resumen de Ponencias del II Congreso Forestal Nacional. San José, C. R. pp.28-30.
- FLORES, E.M. 1992. *Dypteryx panamensis*, *Stryphnodendron*, *Virola koschnyi*. Arboles y Semillas del Neotrópico 1(1).
- \_\_\_\_\_. 1993. *Vochysia guatemalensis*, *Vochysia ferruginea*, *Hyeronima alchorneoides*. Arboles y Semillas del Neotrópico 2(1).
- \_\_\_\_\_. 1994. *Pentaclethra macroloba*, *Calophyllum brasiliense*, *Terminalia amazonia* y *Terminalia oblonga*. Arboles y Semillas del Neotrópico 3(1).
- GONZALEZ, E. 1991a. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. Rev. Biol. Trop 39 (1): 47-51.
- GONZÁLEZ, E. 1991b. Contenido de humedad y germinación de semillas de *Virola koschnyi* Warb. y *Nectandra membranacea* (Sw.) Griseb. Brenesia 35: 81-84.
- GONZÁLEZ, E.; QUIROS, G. 1992. Notas sobre la viabilidad de semillas de *Terminalia amazonia* (J.F. Gmel)Excell. Brenesia 37:137-139
- HANSON, J. 1985. Procedures for Handling Seeds in Gene Banks. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. 115p.
- MORENO, E. 1984. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. Instituto de Biología, Universidad Nacional Autónoma de México. Méx. 383 p.
- MULLER, E. 1992. Condiciones para el Abastecimiento de Semillas de Especies Forestales Nativas en la Región Huetar Norte. Documento del Proyecto No. 26. COSEFORMA DGF/GTZ. Ciudad Quesada, C. R. 26 pp.
- NICHOLS, D.; GONZÁLEZ, E. 1992. Especies Nativas y Exóticas para la Reforestación en la Zona Sur de Costa Rica. Memoria del II Encuentro sobre Especies Forestales. UNED-OET-DGF. San José, C. R. 73 pp.
- VASQUEZ-YANEZ, C.; TOLEDO, J.R. 1989. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies vegetales. Problemas y aplicaciones. Bol. Soc. Bot. México 49:61-69

---

## Condiciones para la viverización de 23 especies maderables

Dagoberto Arias\*, Joaquín Sánchez \*\*

Se presenta información generada sobre recolección, procesamiento y germinación de semillas en vivero, de 23 especies maderables nativas de la Zona Sur de Costa Rica. Para la mayoría de estas especies existe poca información sobre manejo de semillas, y se desconoce el potencial para su implementación en proyectos de reforestación, con fines industriales o para recuperación de tierras degradadas. Estas especies están sometidas a condiciones de plantación (experimentos de campo) para ubicar su potencial silvicultural.

### Introducción

Diversos estudios han planteado la necesidad de investigar la potencialidad de las especies que crecen naturalmente en sitios de vocación forestal, en tierras degradadas, con limitantes climáticas y edáficas (Chavarría y Quirós 1986; Espinoza y Butterfield 1989; Butterfield 1990; González 1991; Chaves 1992). Para la Zona Sur de Costa Rica no hay resultados de estudios sistemáticos, sobre el potencial de las especies nativas utilizadas y para la mayoría se desconoce su silvicultura. A nivel de pequeños y medianos reforestadores, mientras que en 1990 se utilizaban seis especies nativas, para 1993 el número aumentó a 32 especies (DGF 1994), lo cual refleja la necesidad de generar información para orientar el desarrollo forestal en la región.

### Materiales y métodos

El proyecto de investigación del presente trabajo, tiene identificados hasta la fecha 650 árboles semilleros, para al menos 45 especies nativas de la Zona Sur. Las semillas se recolectaron de estos árboles utilizando dos técnicas básicas: recolección del suelo y ascenso a la copa de los árboles. Como mínimo se cosecharon semillas de al menos cinco árboles por especie y se formó la mezcla de trabajo.

Los frutos cosechados se procesaron atendiendo a sus características. Aquellas especies con suficiente disponibilidad de semilla se estudiaron en el laboratorio del Centro de Investigaciones en Granos y Semillas de la Universidad de Costa Rica. El contenido de humedad se determinó por el método de secado al horno por 17 horas a 103°C. Para cada especie se hicieron cuatro repeticiones. Las semillas de *Cynometra hemitomophylla*, *Hymenaea courbaril*, *Enterolobium schomburgkii* y *Schefflera morototoni* se molieron antes del secado. El secado de *Acosmium panamense* se realizó en dos etapas, primero se pusieron dos horas a 103°C, se molieron y luego se colocaron 17 horas a 103°C. Las demás especies solamente fueron partidas.

---

\* Proyecto de Investigación. OET-ITCR-DUKE-USAID, Costa Rica

\*\* Departamento de Historia Natural, Museo Nacional, Costa Rica

---

El número de semillas por kilogramo se determinó tomando ocho muestras de 100 semillas cada una, se pesaron y se validaron los datos. Para las especies *Terminalia amazonia*, *Platymiscium pinnatum* y *Astronium graveolens* se utilizaron los frutos, debido a que ésta es la unidad de dispersión.

Los estudios de germinación se llevaron a cabo en el vivero experimental del Proyecto, localizado en Santa Marta de Buenos Aires, provincia de Puntarenas. Para cada especie se utilizaron seis repeticiones de 100 semillas cada una. El trabajo se realizó en cajas plásticas como germinadores con un sustrato de arena colada. El conteo se efectuó diariamente eliminando las plántulas evaluadas. Se produjeron arbolitos en bolsa, a los tres meses de edad se midió la altura total promedio (cm) en parcelas de muestreo. La información se generó siguiendo las normas internacionales (ISTA 1976).

### **Resultados en recolección y procesamiento**

El Cuadro 1 resume los datos sobre recolección y procesamiento de frutos y semillas para las especies evaluadas. La información sobre la época de recolección se refiere al momento en que se detectó semilla madura y corresponde al período de 1995. Para la mayoría de las especies la dispersión de semillas se da en marzo.

Para *O. pyramidale*, *A. graveolens*, *T. amazonia*, *T. guayacan*, *C. alliodora*, *T. rosea*, *L. puniceifolia*, *C. odorata* y *T. oblonga*, cuyo mecanismo de dispersión se facilita por el viento, se hace necesario identificar técnicas que permitan el ascenso a la copa. Con excepción de *O. pyramidale*, todas estas especies requieren el uso de espolones para el ascenso, pero principalmente para el desplazamiento sobre las ramas. Para reducir el riesgo de accidentes se ha promovido el uso del equipo de cuerdas para el descenso. Para *O. pyramidale* se emplearon varillas para desprender las cápsulas.

Para *A. panamense*, *S. amara*, *P. septenatum*, *S. microstachyum*, *A. guachapele*, *P. hayesii*, *P. pinnatum* y *S. morototoni*, los frutos pueden recogerse del suelo, pero se debe tener presente que la cantidad de semilla obtenida en cada visita es reducida. También es posible subir al árbol para cosechar semillas en mayor cantidad.

Las demás especies donde sólo se indicó la posibilidad de recolección de frutos en el suelo, presentan la característica de liberar grandes cantidades de frutos alrededor de la base del árbol, cuando éstos han alcanzado el punto óptimo de madurez. Para el procesamiento de los frutos se han seleccionado diferentes técnicas según el tipo de fruto (Cuadro 1).

### **Germinación y número de semillas por kilogramo**

El Cuadro 2 resume la información básica sobre germinación. Para 12 especies fue posible obtener el número de semillas por kilogramo para un contenido de humedad dado.

Las especies *H. courbaril*, *B. utile*, *C. hemitomophylla*, *E. schomburgkii*, *P. hayesii*, *S. amara* y *A. excelsum*, presentaron una germinación superior al 85 %. Las semillas de *H. courbaril* se les

---

practicó un corte lateral y las de *E. schomburgkii* se sumergieron en ácido sulfúrico a manera de remojo.

Las especies *P. pinnatum*, *A. panamense*, *A. graveolens*, *C. alliodora*, *T. rosea* y *C. odorata* presentaron una germinación de 65 a 85 %.

Las especies *A. guachapele*, *L. puniceifolia*, *P. septenatum* y *T. guayacan*, tienen valores de germinación de 45 a 60 %.

Los valores mínimos de germinación se observaron para *H. diguense*, *T. oblonga*, *S. microstachyum*, *S. morototoni*, *T. amazonia* y *O. pyramidale*; a excepción de esta última especie, este grupo presenta también el mayor período para que se inicie la germinación. Para *T. amazonia* y *T. oblonga* el problema no es de viabilidad de semillas, radica en la esterilidad de los frutos. Asimismo se considera necesario trabajar en tratamientos pregerminativos para las especies *A. panamense*, *S. morototoni*, *S. amara* y *H. diguense*.

### **Producción en vivero**

Todas las especies fueron manipuladas en vivero, el Cuadro 3 resume los tratamientos recomendados para la germinación de las semillas. Además, se presentan datos sobre crecimiento inicial en altura total a los tres meses de edad, esta información orientará a los viveristas en los tratamientos para cada especie. El grupo de especies compuesto por *A. graveolens*, *E. schomburgkii*, *T. amazonia*, *T. rosea*, *S. morototoni*, *C. alliodora*, *S. amara*, *T. guayacan* y *T. oblonga*, presentan un lento crecimiento inicial en el vivero.



**Cuadro 1.** Recolección y procesamiento de frutos de 23 especies maderables nativas de la Zona Sur de Costa Rica.

Especie	Epoca de recolección	Forma de recolección	Procesamiento de los frutos
<i>Hymenaea courbaril</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Suelo	Quebrar legumbre, dejar en agua y macerar contra malla
<i>Brosimum utile</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Suelo	Dejar en agua y macerar a mano
<i>Ochroma pyramidale</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Arbol	Abrir cápsula y liberar semilla del algodón
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Feb.-marzo	Suelo-Arbol	Extracción manual (legumbre)
<i>Cynometra hemitomophylla</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Suelo	Abrir cápsula, eliminar arilo de semilla
<i>Acosmium panamense</i>	Enero	Suelo-Arbol	Extracción manual (legumbre)
<i>Astronium graveolens</i>	1 <sup>a</sup> Q. Abril	Arbol	Secar a la sombra y desprender frutos de ramillas
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Suelo	Cortar bordes del fruto y extraer manualmente
<i>Terminalia amazonia</i>	Feb.-marzo	Arbol	Eliminar ramillas
<i>Tabebuia guayacan</i>	1 <sup>a</sup> Q. marzo	Arbol	Secar a la sombra y extraer manualmente
<i>Schefflera morototoni</i>	1 <sup>a</sup> Q. marzo	Suelo-Arbol	Dejar en agua y macerar contra malla metálica
<i>Cordia alliodora</i>	1 <sup>a</sup> Q. Abril	Arbol	Eliminar ramillas
<i>Simarouba amara</i>	1 <sup>a</sup> Q. Abril	Suelo-Arbol	Dejar en agua y macerar contra malla metálica
<i>Pseudobombax septenatum</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Suelo-Arbol	Secar a la sombra y liberar semilla del algodón
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	2 <sup>da</sup> . Q. Febrero	Suelo-Arbol	Secar a la sombra y extraer manualmente
<i>Tabebuia rosea</i>	1 <sup>o</sup> Q. Abril	Arbol	Secar a la sombra y extraer manualmente
<i>Lafoencia puniceifolia</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Arbol	Secar a la sombra y extraer manualmente
<i>Anacardium excelsum</i>	1 <sup>a</sup> Q. Abril	Suelo	Ninguno
<i>Cedrela odorata</i>	1 <sup>a</sup> Q. marzo	Arbol	Secar a la sombra y extraer manualmente
<i>Albizia guachapele</i>	2 <sup>da</sup> . Q. marzo	Suelo-Arbol	Extracción manual
<i>Pterocarpus hayesii</i>	2 <sup>da</sup> . Q. Abril	Suelo-Arbol	Eliminar estructura alada
<i>Terminalia oblonga</i>	1 <sup>a</sup> Q. marzo	Arbol	Eliminar ramillas
<i>Humiriastrum diguense</i>	Febrero	Suelo	Ninguno

Q. = Quincena

**Cuadro 2** Germinación de semillas de 23 especies maderables nativas de la Zona Sur de Costa Rica.

Especie	Germinación <sup>1</sup>			C. Humedad	Nº Sem./kg	CV <sup>2</sup>
	%	Inicio (días)	Completa (días)	%		%
<i>Hymenaea courbaril</i>	92	13	29	11,91	400	3,01
<i>Brosimum utile</i>	94	15	54	51,13	150	4,03
<i>Ochroma pyramidale</i>	24	8	14	8,5	175400	2,46
<i>Platymiscium pinnatum</i>	76	11	27	17,75	1131	1,55
<i>Cynometra hemitomophylla</i>	95	14	18	16,03	686	3,88
<i>Acosmium panamense</i>	68	12	56	7,83	15552	1,65
<i>Astronium graveolens</i>	79	9	30	24,5	29450	1,17
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	86	5	12	9,3	15900	1,67
<i>Terminalia amazonia</i>	24	57	80	9,04	175100	1,00
<i>Tabebuia guayacan</i>	45	15	38	6	72400	3,05
<i>Schefflera morototoni</i>	32	40	95	17,14	53500	2,16
<i>Cordia alliodora</i>	70	10	36	32,61	101000	2,18
<i>Simarouba amara</i>	92	20	60			
<i>Pseudobombax septenatum</i>	57	11	36			
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	14	16	36			
<i>Tabebuia rosea</i>	78	11	22			
<i>Lafoencia puniceifolia</i>	52	7	20			
<i>Anacardium excelsum</i>	90	13	31			
<i>Cedrela odorata</i>	84	16	24			
<i>Albizia guachapele</i>	49	6	29			
<i>Pterocarpus hayesii</i>	88	12	29			
<i>Terminalia oblonga</i>	15	63	90			
<i>Humiriastrum diguense</i>	12	123	150			

<sup>1</sup> Promedio de seis repeticiones.

<sup>2</sup> Coeficiente de variación

**Cuadro 3. Viverización de 23 especies maderables nativas de la zona sur de Costa Rica.**

Especie	Tratamiento a la semilla	Tipo de germinador	Crecimiento en altura a los 3 meses (cm)
<i>Hymenaea courbaril</i>	Corte lateral, inbibición en agua	Siembra directa	54,6
<i>Brosimum utile</i>	Ninguno	Siembra directa	30,5
<i>Ochroma pyramidale</i>	Inbibición en agua	Cama germinación	43
<i>Platymiscium pinnatum</i>	Inbibición en agua	Siembra directa	18,5
<i>Cynometra hemitomophylla</i>	Inbibición en agua	Siembra directa	25
<i>Acosmium panamense</i>	Escarificación química <sup>1/</sup>	Cama germinación	26,5
<i>Astronium graveolens</i>	Ninguno	Cama germinación	16
<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Escarificación química <sup>1/</sup>	Cama germinación	13,7
<i>Terminalia amazonia</i>	Ninguno	Bancal <sup>2/</sup>	12
<i>Tabebuia guayacan</i>	Ninguno	Bancal	10
<i>Schefflera morototoni</i>	Investigar	Bancal	10
<i>Cordia alliodora</i>	Ninguno	Bancal	10,7
<i>Simarouba amara</i>	Investigar	Cama germinación	26
<i>Pseudobombax septenatum</i>	Inbibición en agua	Cama germinación	27,9
<i>Stryphnodendron microstachyum</i>	Escarificación química <sup>1/</sup>	Cama germinación	17,2
<i>Tabebuia rosea</i>	Ninguno	Bancal	16,3
<i>Lafoencia puniceifolia</i>	Ninguno	Bancal	16,7
<i>Anacardium excelsum</i>	Inbibición en agua	Siembra directa	50
<i>Cedrela odorata</i>	Ninguno	Cama germinación	17
<i>Albizia guachapele</i>	Inbibición en agua	Cama germinación	63,8
<i>Pterocarpus hayesii</i>	Ninguno	Cama germinación	23,4
<i>Terminalia oblonga</i>	Ninguno	Bancal	15
<i>Humiriastrum diguense</i>	Investigar	Bancal	25

1/ Utilización de ácido sulfúrico o agua en punto de ebullición

2/ Era cubierta con arena como sustrato y protegida con sombra

---

## Literatura citada

- BUTTERFIELD, R. 1990. Native especies for reforestacion and land resoration: A case study from Costa Rica, pp. 3-14. *In* IUFRO (ed.). Actas del XIX Congreso Mundial Forestal, 5-11 de agosto de 1990, Vol. 2. Montreal, Canadá.
- CHAVARRIA, M.I.; QUIROS, L. 1986. Aspectos importantes para la planificación en viveros de 18 especies forestales nativas del Pacífico Seco, Costa Rica. San José, C. R. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General Forestal. 77 p.
- CHAVES, E. 1992. Adaptación y crecimiento de especies en la Zona Norte. *In* II Congreso Forestal Nacional, 25-27 de noviembre de 1992. San José, C. R.
- DIRECCIÓN GENERAL FORESTAL. 1994. Boletín Estadístico N° 5. San José, C. R.
- ESPINOZA, M.; BUTTERFIELD, R. 1989. Adaptabilidad de 13 especies nativas maderables bajo condición de plantación en las tierras bajas húmedas del atlántico, Costa Rica. Dirección General Forestal-Organización para Estudios Tropicales. 15 p.
- GONZÁLEZ, E. 1991. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. C. R. Biología. Tropical. 39: 1-6.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing: rules 1975. Seed Sci. & Technol. 4: 3-177.

---

## Problemas de germinación en *Terminalia amazonia*

*Eugenia Flores\**; *Carlos Sandí\*\**

*T. amazonia* Exell presenta gran variación en los porcentajes de germinación, según la procedencia de la semilla. La disección de frutos con diferentes procedencias, muestra una correlación estrecha entre el número de frutos que contienen semillas y el número de árboles vecinos que hay alrededor del árbol progenitor. Los porcentajes de germinación que se obtienen con frutos de diferentes procedencias no se deben, en su mayor parte, a problemas de germinación de las semillas, sino a que los frutos son vanos. Se determinó: a) que el número de frutos vanos aumenta conforme disminuye el número de árboles de la misma especie alrededor del progenitor y aumenta el aislamiento de ésta; b) que hay un problema de incompatibilidad posiblemente a nivel de estilo u ovario; c) se deben seleccionar árboles semilleros en poblaciones con un aceptable número de individuos; d) establecer rodales semilleros utilizando plántulas y brinzales de diferentes procedencias, para garantizar una base genética adecuada.

*Terminalia amazonia* (J.F.Gmelin) Exell muestra gran variación en los porcentajes de germinación, según la procedencia de la semilla; no obstante, en casi todos los casos, la semilla procedente de la zona sur de Costa Rica proporcionó resultados mejores. El fruto de esta especie el fruto es una sámara que encierra la semilla y en las pruebas de germinación, lo que se siembra son estas sámaras.

La búsqueda de una explicación para este fenómeno, condujo a investigar la biología reproductiva de la especie. Las inflorescencias son racimos axilares, con numerosas flores hermafroditas, actinomorfas y epíginas. Las flores son proteróginas (protóginas) y el gineceo alcanza la madurez sexual y es receptivo, antes de que las anteras de los estambres liberen polen. En consecuencia, la flor no puede ser polinizada ni fertilizada por su propio polen, lo que constituye un caso de dicogamia o separación temporal en la actividad de los órganos sexuales que evita la autogamia. Como corolario de lo anterior, se asumió que la especie era alógama.

La observación con estereoscopio y microscopio electrónico de barrido, de estigmas de flores provenientes de árboles aislados, en grupos pequeños o en rodales con numerosos individuos (más de 10), demostró que todos los estigmas reciben abundante polen; sin embargo, la formación de tubos polínicos en estigma-estilo disminuye, conforme decrece el número de árboles de la misma especie alrededor del árbol progenitor. En los árboles aislados, los estigmas contienen abundante polen;

---

\* Museo Nacional, Costa Rica

\*\* Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda (EARTH), Costa Rica

---

aunque se observan algunos tubos polínicos en un grupo pequeño de flores, además ningún fruto produce semilla viable. Por ello, se excluye la posibilidad de que exista geitonogamia y la flor (saco embrional) pueda ser fertilizada por polen (células espermáticas del tubo polínico) de otra flor del mismo árbol. La xenogamia parece, así, un mecanismo obligatorio.

La disección de frutos inmaduros y maduros con diferentes procedencias, también mostró una estrecha correlación entre el número de frutos que contienen semillas y el número de árboles de la misma especie que circundan al árbol progenitor. También, se observa una correlación entre el número de sámaras con semilla por árbol y la incidencia de tubos polínicos en los estigmas de las flores de esos árboles, así como entre el número de frutos con semilla y los porcentajes de germinación. Por otra parte, numerosos frutos vanos mostraron semillas abortivas en diferentes estadios de desarrollo.

Con base en lo anterior, se propone que: a.- los distintos porcentajes de germinación que se obtienen con frutos de diferentes procedencias no se deben, en su mayor parte, a problemas de germinación de las semillas, sino al número variable de frutos vanos; b.- que el número de frutos vanos aumenta conforme disminuye el número de árboles de la misma especie, alrededor del árbol progenitor (radios de 2 km) y aumenta el aislamiento de éste; c.- que existe al menos un mecanismo de incompatibilidad a nivel de estigma-estilo; no obstante, el número de semillas abortivas en diferentes estadios de desarrollo, abre la incógnita sobre un mecanismo más complejo.

La tala extensiva de individuos adultos de la especie conduce no sólo a que la especie sea escasa, sino a la extinción de ésta. Se recomienda entonces: a.- seleccionar árboles semilleros en poblaciones con un aceptable número de individuos (al menos 10); b.- el establecimiento de rodales semilleros por zona, utilizando plántulas y brinzales de diferentes procedencias, con el fin de garantizar una base genética adecuada; c.- intensificar la investigación sobre la biología reproductiva de la especie y la genética de las poblaciones, para implementar un plan de manejo de la especie, que se fundamente en el conocimiento acertado de su biología y ecología.

---

## Ensayo de germinación del lloró (*Cornus disciflora* D.C.) en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica

Adelaida Chaverri, Nancy Zamora, Edwin Zúñiga\*

La madera del lloró (*Cornus disciflora* D.C.), es utilizada en mueblería, cajonería y formaletas. La especie produce grandes cantidades de frutos, pero presenta problemas de germinación a nivel de vivero. Se estableció un ensayo de germinación, que consistió en determinar las mejores condiciones de germinación, en relación con: el tipo de sustrato (tierra + arena, tierra + humus y solamente tierra), la profundidad de siembra (superficial, a 2 cm y a 5 cm), la procedencia (3 de San José de la Montaña en Heredia y 1 en Carrizal de Alajuela), y el tratamiento pregerminativo (24 horas en agua fría, 1 minuto en agua a temperatura entre 70 y 80 °C y sin tratamiento). Se estableció un diseño de bloques completos al azar, para investigar sustrato y profundidad de siembra, procedencias y tratamientos pregerminativos. La germinación fue baja (7.1%) para todo el ensayo. En relación con la profundidad de siembra, el mayor porcentaje de germinación se dio a los 2 cm. Los sustratos no mostraron diferencias en cuanto a la germinación. El tratamiento que dio mejores resultados fue el de 24 horas en agua fría, mientras que el de 1 minuto en agua caliente parece haber perjudicado las semillas, ya que el porcentaje de germinación fue inferior al testigo. No hay diferencia significativa en cuanto a las diferentes procedencias utilizadas.

### Introducción

En la última década se ha establecido una serie de ensayos con especies nativas, con el fin de obtener la información necesaria para su mejor desarrollo tanto en vivero como en plantación. En el bosque húmedo tropical se han establecido ensayos con especies nativas de rápido o regular crecimiento, entre las que se destacan por su buen crecimiento, el pilón (*Hyeronima oblonga*), el botarrama (*Vochysia ferruginea*), el chancho (*Vochysia guatemalensis*) y la fruta dorada (*Virola koschnyi*). En sitios de elevaciones intermedias, se han efectuado plantaciones con robles y encinos (*Quercus* spp.), lloró (*Cornus disciflora*) y duraznillo (*Prunus annularis*).

Las pocas experiencias con lloró han mostrado que se trata de una especie promisoría, debido a su rápido crecimiento, su fuste de buena forma, su temperamento heliófito y la buena trabajabilidad de su madera. Aunque fructifica masivamente entre los meses de diciembre y febrero, la dureza del endospermo de su semilla ha dificultado su manejo en vivero.

El presente trabajo se refiere al ensayo de pruebas de germinación de semillas de lloró, efectuado en San José de la Montaña, Heredia. El objetivo del ensayo fue determinar el tipo de sustrato, profundidad de siembra, las procedencias y los tratamientos pregerminativos más adecuados para su germinación.

---

\* Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica.

## Descripción de la especie

El lloró (*Cornus disciflora* D.C.), perteneciente a la familia Cornaceae, se distribuye naturalmente desde México hasta Panamá (Sosa 1992). Sinónimos: *Cornus floccosa* y *Cornus capitata*. Se le conoce como: lloró (Costa Rica), palo canelo, canelo, aceituno (México), y mata hombre (Panamá). En Costa Rica se le ha observado en Monterverde, Cordillera Volcánica Central, División de Pérez Zeledón (Torres, G. *et al.* 1992), como también en el cantón de Dota, Macho Gaff, Villa Mills y alrededores (observaciones de los autores).

El lloró ha sido reportado como un árbol o arbusto subcaducifolio de 2 a 8 m de alto (Sosa 1978); sin embargo, en los bosques naturales de Costa Rica, se han observado árboles con alturas hasta de 33 m. En zonas abiertas tiende a crecer en forma arbustiva (Torres *et al.* 1992). En bosque natural dicha especie llega a tener diámetros entre 50 y 60 cm (Torres G. *et al.* 1992). La madera es fácil de preservar; presenta secado moderado y es de fácil trabajabilidad (Carpio 1992).

Los frutos tienen forma de drupa elíptica globosa, de 10 a 14 mm de largo. Cada fruto contiene una o dos semillas. Estas semillas son aplanadas en forma ovoide u oblonga. La especie puede producir 2128 semillas por kilogramo. En Costa Rica se ha encontrado que el período óptimo de recolección de semillas en las zonas de altura, comprende los meses de octubre a febrero (Torres *et al.* 1992), aunque en la Cordillera Volcánica Central se le ha observado con frutos desde noviembre hasta agosto (Chaverri *et al.*, en prep.) Para la producción del lloró se pueden utilizar diferentes sistemas, que van desde la producción en bolsa hasta raíz desnuda o pseudoestaca. No se han realizado plantaciones de la especie a gran escala, aunque existen algunas pequeñas plantaciones mixtas con lloró en el Cerro de la Muerte y en San José de la Montaña.

El lloró crece en zonas con temperaturas entre los 14 °C y 19 °C, precipitaciones entre los 2000 mm a 2700 mm por año. Dicha especie se encuentra entre los 1000 y 3000 msnm; sin embargo, crece con mayor preferencia entre los 1800 y 2500 msnm. Se encuentra en suelos de origen aluvial o volcánico.

La especie tiene gran capacidad de adaptación a diferentes microclimas, además de gran habilidad para aprovecharse de las aperturas del dosel. Es así como puede encontrarse en estratos dominantes o emergentes del dosel. Ha sido caracterizada como una especie de bosque secundario, que tiene gran capacidad de formar rodales puros, desarrollándose con preferencia en pendientes mayores o iguales a 15%, pero con buen drenaje (Rojas y Torres 1990).

## Metodología

El ensayo se estableció en el vivero de la finca La Esmeralda, localizada cerca del caserío de Paso Llano, en San José de la Montaña, en la provincia de Heredia. La altitud de la finca se establece entre 1700 m y 2500 m, mientras que el vivero se localiza a los 1900 m. La precipitación media anual del sitio es de 2915 mm y la temperatura media anual de 15.1 °C (González 1986). Los suelos, derivados de cenizas volcánicas, son de textura franco-arenosa, drenaje rápido, buena profundidad efectiva, pedregosidad nula y un contenido de materia orgánica de 6 a 8 % (González 1986; Alfaro 1983). La zona de vida del sitio es la del bosque muy húmedo montano bajo.



El ensayo de bloques completos al azar contó con dos componentes: a) tipo de sustrato y profundidad de siembra y b) procedencias y tratamientos pregerminativos. Se utilizaron tres sustratos: tierra con arena (en la proporción 2:1), tierra con humus (en la proporción 1:1) y tierra sola. El humus se colectó en el bosque, en los alrededores de los árboles de lloró de la finca. La tierra utilizada provino del vivero. Se ensayaron tres diferentes profundidades de siembra, a saber, sobre la superficie del suelo, a 2 cm y a 5 cm de profundidad. Las semillas se recolectaron del bosque cercano al vivero, dentro de la finca, y se mantuvieron almacenadas en el vivero a temperatura ambiente por espacio de dos meses y medio. La siembra se efectuó en bolsas de polietileno de 7 cm X 15 cm. Se utilizaron 20 semillas para cada uno de los tres sustratos en cada una de las tres profundidades de siembra. Se efectuaron cinco repeticiones, contando con un total de 900 semillas, repartidas en 300 bolsas.

Se recolectaron semillas de cuatro localidades: un pastizal dentro de la finca, a una altitud superior a los 2000 m (pastizal), un árbol fuera de la finca en un caserío cercano (huerto casero), un árbol en un bosque cercano al vivero en la finca en San José de la Montaña (bosque en San José de la Montaña), y un árbol en un bosque en la finca Rancho Diógenes en Carrizal de Alajuela (bosque en Carrizal). Se le aplicaron dos tratamientos pregerminativos a las semillas, además del testigo. Un tratamiento consistió en dejar las semillas en agua a temperaturas de 70-80 °C por un minuto; en el otro tratamiento las semillas se mantuvieron en agua a temperatura ambiente por espacio de 24 horas. Las semillas, desprovistas de su pulpa, se almacenaron en refrigeración a 4° C por unos dos meses, a excepción de las provenientes del árbol del pastizal, las cuales se refrigeraron con pulpa, la cual se quitó unas semanas antes de la siembra. Se utilizaron 20 semillas para cada una de las cuatro procedencias, en cada uno de los tres tratamientos. Se efectuaron cinco repeticiones, para lo cual se necesitó un total de 1200 semillas. Estas se sembraron en bancales, utilizando la tierra del vivero.

El establecimiento del ensayo se efectuó el 8 de abril de 1994. La toma de datos, efectuada en formularios diseñados para tal efecto, se hizo semanalmente durante los primeros tres meses, y quincenalmente durante los últimos cuatro meses (hasta diciembre). Con los datos se realizó un análisis de varianza, utilizando el programa SAS.

## **Resultados**

En general, el porcentaje de germinación en todo el ensayo fue de 7.1%, considerado como muy bajo. El componente de procedencias y tratamientos pregerminativos mostró un porcentaje de germinación de un 3.4%, y el de sustrato y profundidad, un 11.8%. En cuanto a las diferentes procedencias utilizadas (Cuadro 1 y Fig. 1), el análisis estadístico (Se utilizó  $\alpha = 0.05$  en todos los ANAVA.) mostró que no había diferencia significativa entre ellas, aunque los mejores resultados se obtuvieron para las semillas provenientes de Carrizal (1.3%), seguidas por las del bosque en San José de la Montaña (1.1%), las del árbol en el pastizal (1.0%) y, con un porcentaje de germinación significativamente menor, las del árbol en el huerto casero (0.3%). En relación con los tratamientos germinativos, se eliminaron los datos relacionados con el tratamiento de 1 minuto en agua a temperatura de 70-80 °C, ya que solamente una semilla germinó y los resultados son menores que el testigo. Se piensa que la temperatura alta dañó a las semillas. No hubo diferencia significativa entre el tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente y el testigo, aunque el primero presentó resultados ligeramente mayores (1.8% y 1.7%, respectivamente).

El porcentaje de germinación mayor en cuanto a los sustratos, se observó para la mezcla de tierra y humus (4.6%), seguido por tierra sola (3.8%) y finalmente, por tierra y arena (3.4%), aunque no hubo diferencia significativa entre ellos. En relación con la profundidad de siembra, los mejores resultados se observaron con 2 cm de profundidad (6.9%), seguidos por 5 cm (3.9%) y finalmente por 0 cm (1.0%). Según el análisis estadístico realizado, hubo diferencia significativa entre las profundidades de 0 y 2 cm, y entre 0 y 5 cm, pero no entre 2 y 5 cm de profundidad.

**Cuadro 1.** Total de semillas germinadas por repetición según, A) procedencia y tratamiento y B) sustrato y profundidad de siembra para la especie *Cornus disciflora*, San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica, 1994.

A)

Repeticiones	Tratamientos											
	SP-24	SH-24	SB-24	CB-24	SP-1	SH-1	SB-1	CB-1	SP-T	SH-T	SB-T	CB-T
R1	0	1	1	6	0	0	0	0	2	0	1	1
R2	3	0	3	1	0	0	0	1	2	0	4	4
R3	1	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
R4	1	0	1	2	0	0	0	0	2	0	2	0
R5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	5	2	5	9	0	0	0	1	7	1	7	5

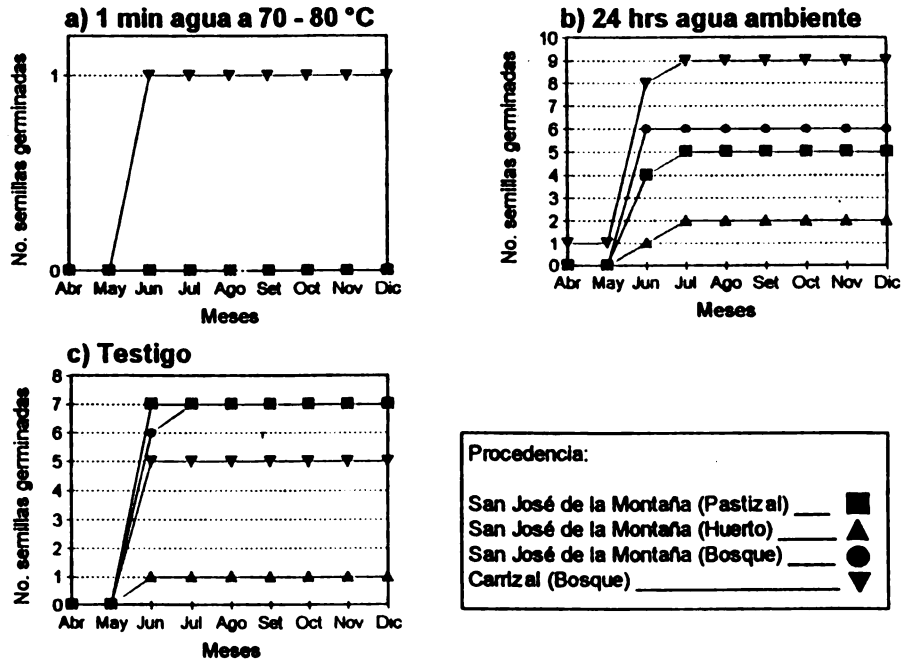
B)

Repeticiones	Tratamientos								
	T-0	TA-0	TH-0	T-2	TA-2	TH-2	T-5	TA-5	TH-5
R1	0	4	0	3	4	7	1	1	3
R2	0	0	0	6	2	3	5	1	5
R3	1	0	0	4	5	4	2	0	5
R4	0	2	2	4	4	7	2	0	2
R5	0	0	0	4	4	3	2	5	1
Total	1	6	2	21	19	24	12	7	16

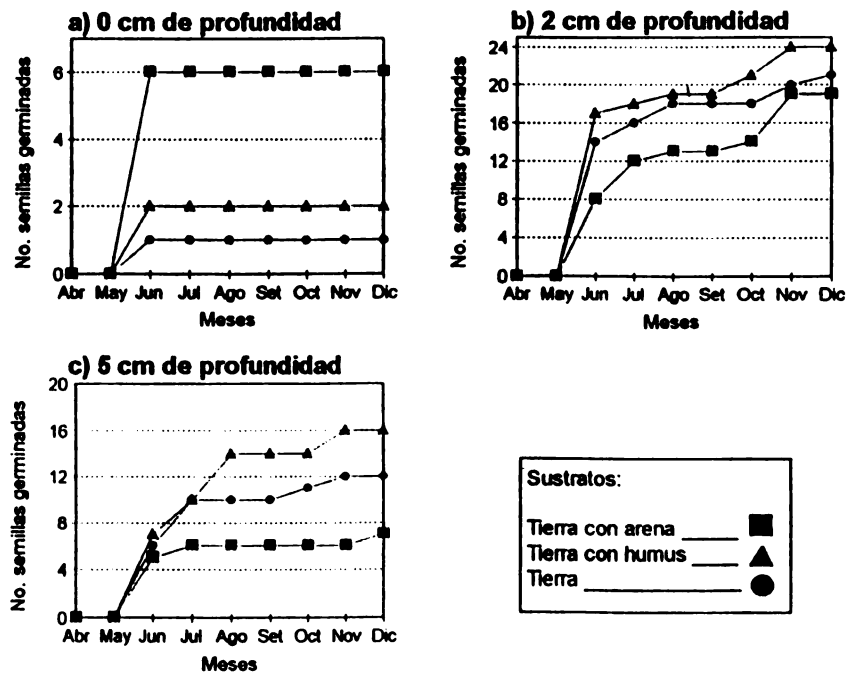
Cuadro A: S = San José de la Montaña; C = Carrizal; P = Pastizal; H = Huerto Casero; B = Bosque; 24 = 24 horas en agua fría; 1 = 1 minuto en agua entre 70 y 80 °C; T = Testigo. Cuadro B: T = Tierra; A = Arena; H = Humus; 0 = 0 cm de profundidad de siembra; 2 = 2 cm de profundidad de siembra; 5 = 5 cm de profundidad de siembra.

En la Fig. 1 se observa también, que no hubo germinación durante abril y mayo, excepto para el caso de las semillas de Carrizal, que fueron sometidas a 24 h en agua fría, y germinaron en abril. El mayor porcentaje de germinación se observó en junio, seguido por un estancamiento en el porcentaje de germinación. En octubre y noviembre se dio otro aumento en la germinación.

A)



B)



**Figura 1.** Germinación de semillas de *Cornus disciflora*, según A) procedencia y tratamiento y B) sustrato y profundidad de siembra, en San José de la Montaña, Heredia, Costa Rica, 1994.

---

## Discusión

En los trópicos, la necesidad que exhiben muchas semillas de especies forestales por un espacio abierto en el dosel para germinar, ha sido investigado y discutido por diferentes autores (Denslow 1980; Fenner 1983; Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1985, entre otros). Algunas semillas germinan principalmente en presencia de cierta cantidad y calidad de luz, como es el caso de algunas especies pioneras (*Cecropia obtusifolia* y *Piper auritum*), que necesitan de una alta tasa de luz rojo/rojo lejano (o sea, poca densidad del dosel verde) para germinar (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia 1985). En su estudio sobre ecología de semillas, Fenner (1983) añade algunos otros factores o modificaciones de éstos, los cuales influyen sobre la germinación, como por ejemplo, las fluctuaciones en la temperatura, la microtopografía y el ambiente químico del suelo. Las fluctuaciones de temperatura, ocasionadas por la presencia de temperaturas altas durante el día y menores durante la noche, pueden provocar la ruptura de la dormancia de las semillas. La microtopografía, que determina la superficie de contacto entre la semilla y el suelo, afecta también la disponibilidad de agua en las cercanías de la semilla. Finalmente, el ion nitrato ha sido correlacionado positivamente con la germinación de muchas especies de semillas, en especial en las zonas templadas (Fenner 1983; Whitmore 1991). La germinación de semillas para cada especie pareciera estar influenciada por la correcta combinación y cantidad de los factores anteriormente mencionados.

En condiciones ambientales más reguladas, como las que se presentan en un vivero, el grado de influencia de estos factores sobre la germinación puede variar, en comparación con las del medio boscoso. Por ejemplo, el factor microtopografía no llega a presentar una variable de importancia en el vivero, en contraposición con los factores agua, o profundidad de siembra (de la cual dependerán también las fluctuaciones en temperatura que experimente la semilla), que sí pueden ser determinantes en la germinación en un vivero.

El agua parece ser también un factor de importancia en el lloró. En primer lugar, el ensayo demostró en general una mayor tasa de germinación para el tratamiento de 24 horas en agua a temperatura ambiente. En segundo lugar, aunque el ensayo fue establecido a principios de abril, no hubo germinación durante los meses de abril y mayo, como puede observarse en la Figura 1, excepto por el caso de las semillas provenientes de Carrizal, que fueron sometidas a 24 horas en agua fría, las cuales empezaron a germinar a los 20 días después en el mes de abril. Los demás tratamientos que mostraron los mejores porcentajes de germinación, empezaron su germinación en junio, dos meses después del establecimiento del ensayo y más de un mes después del inicio de la época lluviosa, cuando presumiblemente las semillas hubieran podido embeber suficiente agua. Pasado el mes de junio, la tasa de germinación disminuye, hasta los meses de octubre y, especialmente, noviembre (Figura 1), donde se registra otro aumento en la germinación, el cual podría atribuirse al pico de precipitación que sucede durante los meses de setiembre y octubre en esta región del país.

Por otra parte, la germinación baja que se observa para el caso de las semillas provenientes del huerto casero, podría atribuirse al tiempo de exposición sobre el suelo, antes de ser recolectadas, lo cual hubiese provocado una desecación de las mismas. Esta misma explicación podría servir para entender la baja germinación en el caso de las semillas colocadas sobre el nivel del suelo (Fig. 1). En sus observaciones en la isla de Barro Colorado en Panamá, Sork (1985) atribuye la menor germinación de *Gustavia superba* en claros grandes del bosque, a la desecación experimentada por

---

la semilla. Esto ha sido observado también por otros autores.

De la profundidad del suelo a la cual se siembren las semillas, va a depender la temperatura (en los trópicos bajos, a mayor profundidad, menor promedio de temperatura); las oscilaciones diarias en temperatura (a mayor profundidad, menor ámbito de oscilación) y parcialmente la humedad (desenterrada, sobre el suelo, la semilla puede experimentar desecación). En el presente ensayo, el porcentaje de germinación alto observado a 2 cm de profundidad, podría atribuirse a una mantención de la humedad, unida a cierta fluctuación de la temperatura, por estar colocadas cerca de la superficie, sin llegar, sin embargo a la desecación. La importancia de las fluctuaciones de temperatura han sido discutidas por Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia (1985) para *Heliocarpus donnell-smithii*, especie cuyas semillas experimentaron aumentos en germinación cuando las fluctuaciones diarias se registraron en 5 °C o más en condiciones experimentales.

Los resultados del presente ensayo se asemejan a la única investigación acerca de tratamientos pregerminativos que se conoce en el país para esta especie (Rojas y Torres, 1990), en la cual se obtuvo un promedio de germinación también bajo (de 14.4%), para 10 tratamientos y un testigo. El mayor porcentaje de germinación se observó en el tratamiento testigo (36.8%), seguido por el tratamiento de 24 horas en agua fría y musgo *Sphagnum* (33.3%) y el de 1 minuto en agua a 70 a 80 °C (28%), es decir, la investigación demostró que los tratamientos no eran necesarios. Sin embargo, en el presente ensayo en San José de la Montaña, sí hubo una mayor germinación entre algunos de los diferentes tratamientos, en comparación con el testigo, como es el caso del tratamiento de 24 h en agua a temperatura ambiente.

Resumiendo los resultados de ambos ensayos (el presente y el de Rojas y Torres en 1990), se podría sugerir el uso del tratamiento pregeminativo de sumersión de las semillas en agua de grifo por 24 h, y luego sembrar a una profundidad de 2 cm.

Se observa como contra indicada la utilización del ácido sulfúrico como descarificador de la semilla. Cuatro tratamientos con ácido sulfúrico, incluyendo una concentración tan baja como el 1%, dieron un porcentaje de germinación nulo (Rojas y Torres, 1990). Resultados similares de contraindicación para el ácido obtuvieron también Rodríguez y Vargas (1993) para *Bertholletia exelsa* en Perú.

El tratamiento de agua caliente también se debe evitar en la germinación del lloró. En el presente ensayo, el tratamiento con agua caliente arrojó datos de germinación inferiores al testigo. Rodríguez y Vargas (1993) obtuvieron una germinación nula para castaño, utilizando agua caliente, a pesar de que este tratamiento presenta éxitos germinativos en otras especies.

El método de exposición al sol mostró datos contradictorios, ya que 10 horas de exposición dan un porcentaje de germinación de 0%, y 24 horas de exposición da un porcentaje de 18% (Rojas y Torres 1990). Además, la menor germinación de las semillas no enterradas y las provenientes del huerto casero del presente ensayo se atribuyen a desecación. Algunos autores han informado acerca de la disminución en el porcentaje de germinación, debido a la desecación, producto de la exposición de las semillas sobre el suelo (McHargue y Hartshorn 1983; observaciones personales del autor principal en el género *Quercus*). Por lo tanto, no se recomienda este método.

Aunque experiencias adicionales en escarificación mecánica realizadas en la Universidad de Costa Rica (reportadas por Rojas y Torres 1990), dieron como resultado el fraccionamiento indeseado de la semilla, se recomienda realizar ensayos de tratamientos pregerminativos adicionales con diferentes métodos de escarificación. Igualmente, podría investigarse la utilización de cambios drásticos de temperatura para provocar el agrietamiento del endospermo.

## Literatura citada

- ALFARO M., M.A. 1983. Relación entre factores edáficos e índice de sitio para *Cupressus lusitanica* (Mill.) en el Valle Central, Costa Rica. Tesis Lic, en Ciencias Forestales. Heredia, C. R., Universidad Nacional. 111 p.
- CARPIO, I. 1992. Maderas de Costa Rica: 150 especies forestales. San José, Costa Rica, Universidad de Costa Rica. 331 p.
- DENSLOW, J. S. 1980. Gap partitioning among tropical rainforests trees. *Biotropica*; *Tropical Succession*: 47 - 56.
- FENNER, M. 1987. *Seed ecology*. London, Chapman and Hall. 151 p.
- GONZALEZ G., M. 1986. Resumen del proyecto agroforestal en "La Esmeralda"; documento de estudio. Heredia, C. R., Universidad Nacional. 76 p.
- MCHARGUE, L. A.; HARTSHORN, G.S. 1983. Seed and seedling ecology of *Carapa guianensis*. *Turrialba* 33(4): 399 - 404.
- RODRIGUEZ C., M. y VARGAS C., I. 1993. Ensayo germinativo de castaña (*Bertholletia exelsa* H.B.K.) bajo diferentes tratamientos pregerminativos en Tingo María. *Tropicultura* (Perú) 1,2: 66-77.
- ROJAS, F.; TORRES, G. 1990. Manejo de semillas y viverización para especies forestales nativas de importancia en las zonas altas de C. R. Cartago. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 208 p.
- ROJAS, F. *et al.* 1992. *Especies forestales tropicales*. 2. Lloró. Cartago, C. R., Editorial Tecnológica. 8 p.
- SORK, V. 1985. Germination response in a large-seeded neotropical tree species, *Gustavia superba* (Lecythidaceae). *BIOTROPICA* 17(2):130 -136.
- SOSA, U. 1979. Flora de Veracruz: Cornaceae. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Fascículo 8. Xalapa, Veracruz, México. p 3 - 4.
- VÁZQUEZ-YANES, C.; OROZCO-SEGOVIA, A. 1983. Posibles efectos del microclima de los claros de la selva, sobre la germinación de tres especies de árboles pioneros: *Cecropia obtusifolia*, *Heliocarpus donnell-smithii* y *Piper auritum*. In *Investigaciones sobre la regeneración de selvas altas en Veracruz, México*. Vol. II. México, D.F., Alhambra Mexicana. p. 241 - 253.
- WHITMORE, T.C. 1991. *An introduction to tropical rain forests*. Oxford, Clarendon. 116 p.

## Agradecimiento

A la Ing. Ana I. Barquero, por su colaboración en el diseño y establecimiento del ensayo; a los ingenieros Carlos Guevara Líos, Anael Fuentes Montoya y Juan José Jiménez Espinoza, por su colaboración en el establecimiento del ensayo y su colaboración en la toma de datos. Por la utilización de su finca La Esmeralda, se agradece al señor Jorge Steinworth.

---

## Germinación de semillas y su establecimiento *in vitro* de *Laelia rubescens* Lindley y *Epidendrum stamfordianum* Batem

María del C. Potisek\*, Manuel Sarmiento\*\*, Leidy N. Puc\*\*\*

Los objetivos de esta investigación fueron conocer el comportamiento de la germinación *in vitro* de *Laelia rubescens* Lindley y *Epidendrum stamfordianum* Batem, y evaluar el desarrollo de las plántulas en dos medios de cultivo de composición diferente. La colecta de las cápsulas de *L. rubescens* L. y de *E. stamfordianum* B. se realizó en el orquidario del Campo Experimental Eduardo Sangri Serrano, en los meses de febrero a marzo de 1994. Se trasladaron al laboratorio, en donde se efectuó el proceso de desinfección de ambas cápsulas y la siembra de la semilla encapsulada de orquídeas en el medio Murashigue y Skoog. A los 57 días se manifestó el estadio de protocormo más primordio de hojas en *E. stamfordianum* B., y a los 62 en *L. rubescens* L., la planta completa en *E. stamfordianum* B., se manifestó a los 130 días después de la siembra y en *L. rubescens* L., a los 140 días. Los porcentajes de germinación fueron del 62.5% en *L. rubescens* L., y del 100% en *E. stamfordianum* B. Con el empleo de medio basal o medio adicionado con hormonas, se encontró diferencia significativa en la especie *E. stamfordianum* B., induciéndose la formación de callo; para la especie *L. rubescens* L. no se encontró diferencia significativa en el uso de medio basal y medio basal con hormonas.

### Introducción

México es uno de los cinco países con mayor biodiversidad en el mundo, uno de los factores que más han afectado esta diversidad es la deforestación, la cual ha degradado alarmantemente los ecosistemas forestales. El estado de Campeche, como parte del trópico mexicano, es el hábitat de muchas especies de la familia orquidaceae, por años éste ha sido el centro de atención de extranjeros y especialistas en orquídeas, por sus diferentes formas, colores, aromas, etc, por lo que tienen una diversidad de usos principalmente el ornamental, con un alto valor potencial económico y científico. La explotación de los bosques, nicho en el que se sustenta dicha familia; los sistemas de producción como la roza-tumba-quema (RTQ) que causan pérdida de hábitats, así como las sobrecolectas y saqueos en zonas bien definidas, han provocado que muchas especies de esta familia permanezcan en alto riesgo de supervivencia.

La multiplicación de las orquídeas se ha visto limitada por la germinación de la semilla en forma natural, considerándolas como estériles o no viables. Tal como sucede con la especie *Laelia speciosa*, que es ampliamente colectada y está colocada dentro de la categoría de riesgo vulnerable, ya que en un área de 1500 m<sup>2</sup> se establecen únicamente 4.8 E-5% semillas y en áreas sobreexplotadas se tiene cero establecimientos (Hernández 1993). Las semillas de orquídeas son muy pequeñas, miden de 0.250 a 1.2 mm de longitud y de 0.90 a 0.270 mm de diámetro, son muy ligeras, se producen desde 1300 hasta cuatro millones o más por cápsula (Pierick 1990). En las orquídeas, el

---

\* INIFAP. CIR-SURESTE. Campeche, Camp. México

\*\* INIFAP. CIR-SURESTE. Escárcega, Camp. México

\*\*\* Area de Laboratorio, INIFAP. CIR-SURESTE. Campeche, Camp. México

---

embrión no está diferenciado dentro de los distintos órganos como en la gran mayoría de los embriones vegetales (Dressler 1981 citado por Montalvo 1995), por lo tanto, la geminación solamente ocurre cuando éste se desarrolla en un ambiente bajo condiciones favorables (Devlin 1980, citado por Montalvo 1995). Los géneros *Cattleya*, *Laelia* y *Epidendrum* fueron germinados en forma asimbiótica (Knudson 1922, citado por Lee y Lee 1991), en un medio de cultivo con azúcares y minerales. Estos mismos autores realizaron la germinación *in vitro* de los géneros *Cattleya* y *Phalaenopsis* empleando para la etapa de germinación, el medio modificado Knudson (1946), adicionado con ácido naftalenacético y cinetina, peptona, plátano verde y manzana. En el desarrollo de plántulas emplearon el mismo medio, sustituyendo los reguladores de crecimiento por 2,4-D y cinetina.

Quiroz *et al* (1993), evaluaron la respuesta de semilla de *Myrmecophila* sp germinadas en el medio basal Vacin y Went, con diferentes combinaciones de bencil-amino-purina y giberelinas, obteniendo porcentajes del 75% de germinación en los medios suplementados con bencil-amino-purina y en ausencia de giberelinas, demostrando que las giberelinas no tienen efecto alguno sobre la germinación de las semillas en las primeras etapas. El patrón de germinación *in vitro* que mencionan para la especie *Laelia speciosa* (H:B:K:) consta de seis etapas, observando que el desarrollo de la primera hoja es a los 40 días y la plántula completa es a los 90 días (Luna y Barba 1993); la kinetina en concentraciones de 1 a 10 ppm con o sin ácido indol acético, retrasa la germinación de *Dacylorhiza* (orchis) pupurella y otras especies terrestres, aunque las mismas hormonas aumentan el crecimiento de los protocormos al empezar a formar hojas (Hardleys 1970; citado por Withner 1985).

Los objetivos de este trabajo fueron conocer el comportamiento de la germinación *in vitro* de *Laelia rubescens* L y *Epidendrum stamfordianum* B y evaluar el desarrollo de las plántulas en dos medios de composición diferentes.

## **Materiales y métodos**

El trabajo de investigación se realizó a cabo en el Campo Experimental China, Campeche, México, del Instituto de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP). La colecta de las cápsulas se realizó en el orquidario del Campo Experimental Eduardo Sangri Serrano, (INIFAP) en el municipio de Escárcega, Campeche, México, en febrero y marzo de 1994.

Las cápsulas se llevaron al laboratorio en donde se efectuó el proceso de desinfección que consistió en lo siguiente: se lavaron las cápsulas con una solución de detergente comercial, enjuagándose cuatro veces con agua destilada y esterilizada. Bajo la campana de flujo laminar, se remojaron por separado en solución de alcohol al 70% v/v, con agitación durante un minuto, enjuagándolas cuatro veces con agua destilada y esterilizada. Se hizo un corte longitudinal con ayuda de un bisturí en cada una de las cápsulas, quedando las semillas expuestas y depositándolas en cantidades no determinadas sobre los medios de cultivo en los frascos, tratando de que la cantidad de semilla cubriera el área completa en cada uno de los frascos.

Se sembraron ocho frascos con la especie *L. rubescens* L. y seis frascos con *E. stamfordianum* B. Al cuarto día de realizada la siembra se contaminaron tres frascos correspondientes a la especie



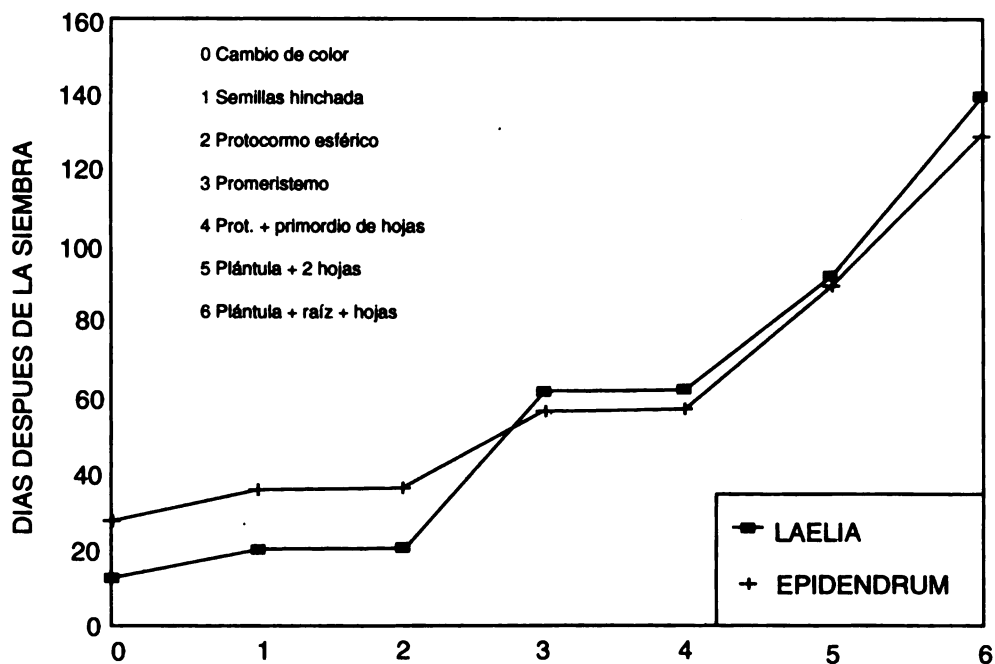
*L. rubescens* L. El medio de cultivo empleado para la germinación en ambas especies fue el Murashigue y Skoog (1962), suplementado con 40 g/l de sacarosa y 10 g/l de agar (medio basal); el pH fue ajustado a  $5.7 \pm 0.1$ , dosificándose 25 ml /frasco; tapándose con papel aluminio y sellándose con ligas. Se esterilizaron en autoclave a 120 °C durante 20 minutos. Se incubaron a  $25 \text{ °C} \pm 1$  de temperatura y un fotoperíodo de 16 hora luz. El porcentaje de germinación se evaluó tomando como base el 100% de la semilla sembrada, en el total de frascos por especie y considerando el porcentaje correspondiente de material no germinado en los frascos eliminados por contaminación.

Para conocer el comportamiento de la germinación *in vitro* de ambas especies, se consideró el patrón de germinación *in vitro* mencionado por (Luna y Barba 1993), registrando cambios visibles y al microscopio estereoscópico en tiempos no definidos, hasta la manifestación en tiempo del último estadio.

El primer subcultivo se efectuó a los 64 días después de la siembra con la finalidad de separar la semilla, utilizando el mismo medio basal. Al realizar el segundo subcultivo a los 103 días después de la siembra, se probaron dos medios de cultivo de composición diferente, para evaluar el desarrollo de las plántulas: el medio basal y el medio basal suplementado con hormonas (Bencil-Amino-Purina 1.0 mg/l/acido naftalenacético 0.1 mg/l). Los tratamientos se analizaron mediante el método de Sotres, citado por (Villalobos1985), para comparación de tratamientos en forma cualitativa al 5% de significancia.

## **Resultados y discusión**

En la Fig. 1 se muestran los estadios de germinación de *L. rubescens* L. y *E. stamfordianum* B. y su manifestación en días después de la siembra, donde se observó, a los 12 días en la especie *L. rubescens* L. el primer estadio; a diferencia de *E. stamfordianum* B. que ocurrió hasta los 27 días después de la siembra. El comportamiento de manifestación de los tres primeros estadios difiere en aproximadamente 16 días entre una especie y la otra, debido a que la cápsula de *E. stamfordianum* B. no estaba completamente madura (color amarillenta) y la solución de alcohol probablemente haya quemado la semilla, ya que desde que se sembró adquirió un color café y esto haya retardado en días la aparición de los tres primeros estadios.



**Fig. 1** Estadios de germinación manifestados en días de *Laelia rubescens* Lindley y *Epidendrum stanfordianum* Batem.

A partir del estadio 3,4,5 y 6 se observó un ligero retraso en su manifestación en la especie *L. rubescens* L., con respecto a *E. stanfordianum* B. Esto posiblemente se debió a que la cantidad de semilla estuvo muy amontonada y la competencia por espacio y nutrientes haya causado este retraso, pues el primer subcultivo se efectuó a los 64 días de la siembra. El estadio de protocorno + primordio de hojas apareció a los 57 días en *E. stanfordianum* B. y a los 62 días en *L. rubescens* L.; la planta completa en *L. rubescens* L. se manifestó a los 140 días de la siembra mientras que en *E. stanfordianum* B. fue a los 130 días después de la siembra. Estos resultados no concuerdan con los mencionados por (Luna y Barba 1993), en donde a los 40 días aparece la primera hoja y la plántula completa a los 90 días después de la siembra en *L. speciosa* (H.B.K.).

Los porcentajes de germinación que se lograron mediante la germinación *in vitro*, fueron del 62.5% en *L. rubescens* L. y del 100% en *E. stanfordianum* B., resultados similares a los porcentajes del 75% que menciona (Quiroz *et al*, 1993), para *Myrmecophila* sp. La contaminación de los frascos correspondientes a *L. rubescens* se produjo por el hongo del género *Rhizopus*, este hongo generalmente se encuentra en el ambiente y es probable que haya penetrado a la cápsula, pues estaba madura y en el manipuleo de la misma haya sido rasgada y contaminada parte de la semilla.

Al realizar el segundo subcultivo a los 103 días de la siembra, se encontró respuesta a formación de callo del 41.5% en el medio basal que contenía hormonas y del 15.8% en el medio basal para la especie *L. rubescens*. En *E. stanfordianum* B. no hubo formación de callo en el medio basal, sin embargo, en el medio adicionado con hormonas la formación del callo fue del 25%.

En el Cuadro 1 se observa que el valor de  $P_1 - P_2$  fue menor que el de (Z) (D2) y por lo tanto, no existió diferencia significativa para *L. rubescens* L en el empleo del medio basal o medio basal adicionado con hormonas; en tanto que en *E. stamfordianum* B. se encontró diferencia significativa con respecto al uso del medio basal o el medio basal adicionado con hormonas (BAP 1.0/ANA 0.1mg/l), por lo tanto, el empleo de BAP/ANA adicionados al medio de cultivo no es recomendable en los primeros subcultivos, cuando aparece la plántula con dos hojas, ya que se induce la formación de callo y le resta calidad a las plántulas obtenidas mediante germinación, observándose plántulas frágiles, resultados que coinciden con lo observado por (Qi-Guang *et al*1986) en el cultivo *in vitro* de *Castanea mollísima* , en donde el exceso de BAP inhibe la elongación de las partes aéreas y promueve la formación de callo.

**Cuadro 1.** Resultados analizados por el método Sotres en la comparación de dos medios de composición diferente a los 103 días de realizada la siembra.

Especie	AP <sub>1</sub> -P <sub>2</sub> A	(Z) (D2)
<i>Laelia rubescens</i> Lindley	0.2587	< 0.3235
<i>Epidendrum stamfordiaum</i> Batem	0.2500	> 0.245

## Conclusiones

El comportamiento de la germinación *in vitro* en ambas especies, en general fue similar, obteniendo plántula completa a los 140 días en *L. rubescens* L. y a los 130 días después de la siembra en *E. stamfordianum* B., influenciado por la cantidad de semilla distribuída en los frascos y la madurez de las cápsulas.

La germinación *in vitro* de semilla encapsulada de estas especies, incrementa las tasas de germinación más que las reportadas en forma natural.

En *L. rubescens* L. el desarrollo de las plántulas no es estimulado por la adición de hormonas en el medio .

En *E. stamfordianun* B. se induce la formación de callo con la aplicación de BAP/ANA en el quinto estadio, disminuyendo la calidad de las plántulas. Es conveniente entonces realizar estudios para evaluar tiempos y número de subcultivos.

## Literatura citada

- HERNANDEZ, N.A. 1993. Dinámica poblacional de *Laelia speciosa* y sus implicaciones en la conservación de la especie. In: Exporquídea V Encuentro Latinoamericano de Orquideología Programa y Resúmenes. Xalapa, Veracruz 22 p.
- LEE, Z. J.; LEE, H. L. 1991. Micropropagación de Orquídeas a partir de semillas In: Micropropagación Vegetativa en México, avances y resultados III. FIRA-Boletín Informativo 24(232): 15-25.
- LUNA, R. B.; BARBA, A. 1993. Estudios Morfológicos de *Laelia speciosa* (H.B.K.) Schltr durante su germinación asimbiótica *in vitro*. In: Exporquídea. V Encuentro Latinoamericano de Orquideología Programa y Resúmenes. Xalapa, Veracruz. 26 p.
- MONTALVO, P. M. 1995. Germinación y propagación *in vitro* de la especie *Myrmecophila tibicinis* (Batem) Rolfe (Orchidaceae). Tesis. Conkal, Yuc. México. 125p.
- PIERIK, M. J. 1990. Cultivos *in vitro* de las plantas superiores. Trad. Ayerber-Mateo-Sagasta. De. Mundi-Prensa. Madrid, España. 149-157- pp.
- QI- GUANG, READ, P. E.; FELLMAN, C. D.; HOSIER, M. A. 1986. Effect of cytokinin, IBA, and rooting regime on chinese chesnut cultured *in vitro*. Hort. Sci 21: 133-134 pp.
- QUIROZ, M. J.; MONTALVO, P. M.; PINZÓN, L. L. 1993. Estudio preliminar de balance hormonal en la germinación y crecimiento *in vitro* de la Orquídea *Myrmecophila sp.* In: Horticultura y Ganadería Trópicos. Vol. 2 (5): 29-35.
- VILLALOBOS, A.V. 1985. Fundamentos teórico-prácticos de cultivo de tejidos vegetales. FAO. 153-160 p.
- WITHNER, C. L. 1964. The importance of light for orchid growth. I. The intensity of light. Am. Orchid. Soc. Bull. 33:218-220 pp.

---

## **Evaluación de sistemas de determinación de la viabilidad en semillas de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* y comparación con resultados de vivero**

*Doris Cordero\**; *Enrique Trujillo\*\**

**Con *Tabebuia rosea* y *Bombacopsis quinata*, se ensayaron sistemas rápidos para la determinación de la viabilidad de las semillas con prueba de corte y prueba topográfica del tetrazolio, y se compararon con el sistema tradicional de germinación. Los resultados originaron patrones de tinción para esta prueba. Los resultados de laboratorio se compararon con pruebas de viveros, y se propone un modelo matemático para el cálculo de plántulas a producir en vivero a partir de datos de laboratorio.**

### **Introducción**

La prueba de germinación tradicional es la más aceptada para evaluar un lote de semillas. Sin embargo, una de sus mayores limitaciones, bajo condiciones de máxima potencialización, es la de no estar en función de los intereses de los usuarios, quienes necesitan seguridad sobre la calidad de la semilla, así como sobre su posterior desarrollo en el campo.

Matthews (1980) citado por Sevilla 1987 afirma que se hacen esfuerzos para desarrollar métodos que se puedan reproducir, así como límites de tolerancia entre laboratorios. Estos esfuerzos toman tiempo, espacio, dinero y energía, porque todos se relacionan con germinación bajo condiciones controladas. Sin embargo, existe una tendencia en pruebas de germinación, que propone el uso de pruebas rápidas que pueden ser fácilmente reproducidas, a un bajo costo, y que brindan información sobre la germinación bajo condiciones desfavorables. Según Willan (1991), deben cumplirse tres requisitos básicos para que se produzca la germinación:

- La semilla debe ser puesta en condiciones ambientales favorables; siendo factores esenciales la disponibilidad de agua, una temperatura adecuada y la provisión de oxígeno.
- La semilla debe ser viable; esto es que el embrión debe estar vivo y capaz de germinar.
- Cuando se cumplen las dos condiciones anteriores deben superarse las condiciones internas que impiden la germinación.

En el laboratorio es posible manipular estos factores hasta encontrar las condiciones óptimas para maximizar la germinación de cada especie. La utilización de condiciones ideales normalizadas, garantiza que los resultados obtenidos en un laboratorio sean equivalentes a los de otro.

---

\* *Instituto Tecnológico, Costa Rica*

\*\* *Proyecto Semillas Forestales, CATIE, Turrialba, Costa Rica*

\* *Se calcula en los análisis de rutina*

Estos resultados no son directamente aplicables en el campo, donde sólo se puede ejercer un control limitado sobre las condiciones ambientales. Cada productor debe aplicar su propio factor de corrección, derivado de la experiencia, para convertir el potencial de germinación de un lote, tal como viene determinado por los ensayos de laboratorio, en la germinación efectiva que obtendrá sobre el terreno (Willan 1991).

La posibilidad de usar pruebas nuevas y rápidas para el control de calidad en las semillas, es una opción para mejorar la obtención de plantas para plantaciones. Aplicando pruebas rápidas, es posible distinguir entre semillas vivas y muertas. Además, es posible agrupar las semillas vivas en diferentes categorías.

La inspección directa o prueba de corte, consiste en un examen de la estructura interna de la semilla. En los tejidos vivos, el trifenil cloruro de tetrazolio se reduce por la acción de los sistemas terminales de oxidasa, pasando de una disolución incolora a una disolución roja, insoluble en agua que precipita en las células vivas, mientras que en las células muertas no hay reacción (Perry 1984).

## Metodología

Los análisis se realizaron en el laboratorio del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF), Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) y en el vivero experimental del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), Turrialba, Costa Rica. Para las pruebas de laboratorio se siguió la metodología recomendada por la International Seed Testing Association (ISTA).

La semilla utilizada había permanecido almacenada durante varios meses, en el caso de *Bombacopsis quinata* alrededor de once meses, previo a su almacenamiento fue tratada con vitavax, sin embargo, se desconoce la dosis usada. *Tabebuia rosea* fue almacenada durante siete meses.

**Pruebas de germinación.** Se realizaron para determinar la capacidad germinativa de las semillas, como respuesta a diferentes condiciones de luz: luz alterna (8 horas luz) y luz total (24 h) y temperatura (26, 28 y 30 °C). Para todas las pruebas se usó un diseño en bloques al azar. Para cada tratamiento se evaluaron cuatro repeticiones de 100 semillas, se usó arena desinfectada con formalina como sustrato y se evaluó diariamente.

Se establecieron pruebas simultáneas de germinación a nivel de laboratorio (testigo) y de campo, con el objetivo de determinar la variación existente entre los porcentajes de germinación. En el vivero se usó la siembra directa en eras sobre un sustrato de arena/tierra en partes iguales, con adición de abono (10:30:10) y materia orgánica. Se evaluaron tres tipos de exposición a la luz solar: al 100%, al 75% y al 35% de los rayos solares. Para cada tratamiento se evaluaron cuatro repeticiones con 100 semillas por repetición. Para determinar la variación entre laboratorio y vivero se usó la fórmula:

$$F = D / N \times P \times G \times C$$

donde:

F = Factor variable o factor de seguridad (es un factor propio de cada vivero que indica el porcentaje de semillas a germinar, en relación con el porcentaje que germina bajo condiciones controladas).

D = Número de semillas germinadas en el vivero

N = Número de semillas puras por gramo

P = Pureza en tanto por uno

G = Germinación en laboratorio en tanto por uno

C = Cantidad de semilla a sembrar en gramo

**Pruebas rápidas.** Se realizaron sobre cuatro repeticiones de 25 semillas, con el propósito de determinar su viabilidad, así como para comparar los resultados con los de la prueba tradicional. Antes de realizar estas pruebas se colocó la semilla en remojo alrededor de 20 h.

En las semillas sometidas a la prueba de inspección directa se observó la forma, la turgencia, el color, el olor y el tamaño del embrión. Se consideraron como no viables las semillas con el embrión lechoso, poco firme, mohoso, podrido, consumido o con olor rancio, y las que carecen de embrión (Bonner 1974, citado por Willan 1991). Las semillas moribundas, recién muertas o recién dañadas tienen el mismo aspecto que las viables, por lo que no es posible distinguirlas (Willan 1991).

En la prueba del tetrazolio los embriones teñidos completamente o parcialmente pertenecen a semillas vivas. En los embriones teñidos parcialmente, si se observan pequeñas porciones con necrosis (superficiales y poco extensas), aún en los tejidos esenciales, estando las estructuras necesarias para el desarrollo de la plántula, así como el embrión bien desarrollados y diferenciados, se consideró que la semilla puede superarlo. La posición y el tamaño de las porciones con necrosis y no la intensidad del color, determinan si la semilla se clasifica como viable o como muerta. En el caso de los embriones sin teñir o teñidos solamente en los tejidos que no son esenciales, o bien si se trata de embriones dañados, la semilla se consideró muerta.

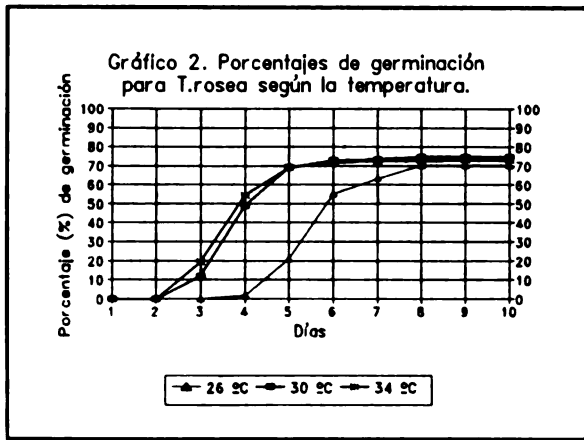
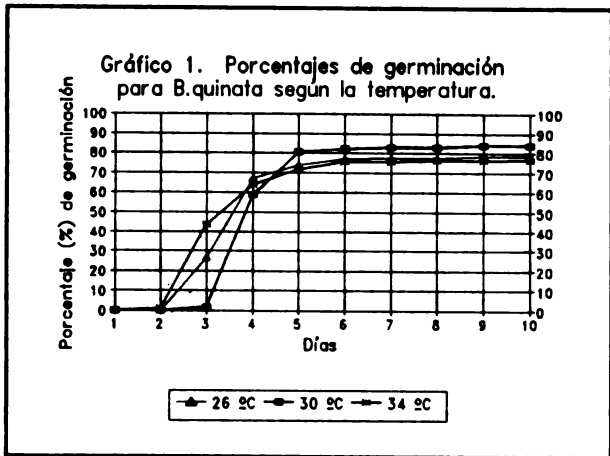
## Resultados y discusiones

De acuerdo con el análisis estadístico, se puede afirmar que no existen diferencias significativas entre tratamientos. No obstante se tienen algunas condiciones óptimas para la germinación (Cuadro 1).

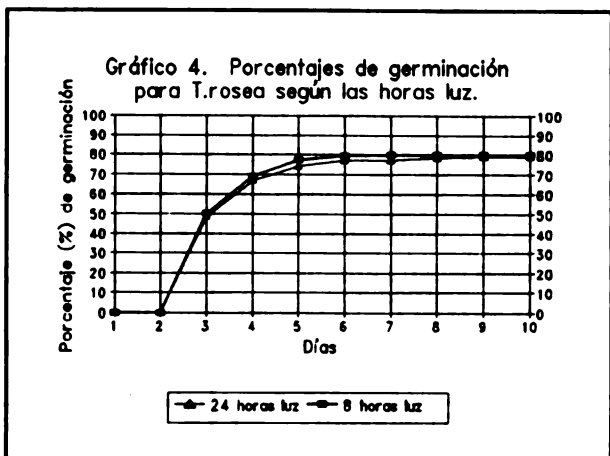
**Cuadro 1.** Condiciones óptimas para la germinación de *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* en el laboratorio y en condiciones de vivero.

Especie	Laboratorio		Vivero Sombra
	Temperatura	Horas luz	
<i>Bombacopsis quinata</i>	30 °C	24	no
<i>Tabebuia rosea</i>	30 °C	24	si

Germinación obtenida en *Bombacopsis quinata* y *Tabebuia rosea* bajo tres diferentes temperaturas controladas. A pesar de no existir diferencias significativas entre tratamientos, en ambos casos, con una temperatura constante de 30 °C, se logra maximizar la germinación.

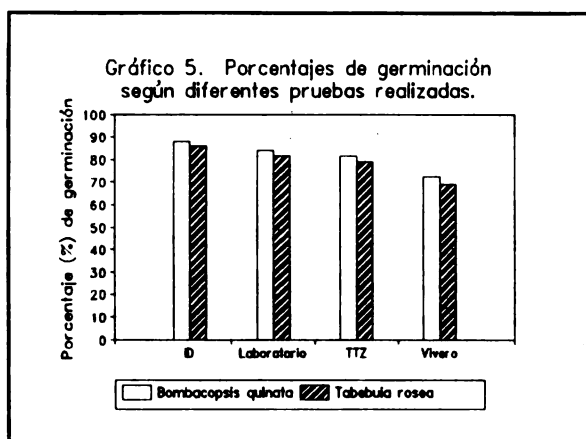


Porcentajes de germinación obtenidos en *Bombacopsis quinata*, al evaluar el efecto de dos condiciones de luz en su germinación. No existen diferencias significativas entre tratamientos, sin embargo, se recomienda usar luz las 24 h en su germinación, por ser la temperatura (30 °C) con la que se obtiene la mayor germinación.



Para *Tabebuia rosea* con una temperatura constante de 30 °C y luz alterna (8 h diarias), la germinación es mayor que si se usa luz las 24 h. Sin embargo, la diferencia entre tratamientos es insignificante por lo que se recomienda el uso de luz las 24 h. El tener un operario encargado de quitar y poner la luz a la hora determinada, no se justifica por una diferencia tan pequeña en los porcentajes de germinación obtenidos.





De acuerdo con las diferentes pruebas realizadas, se puede afirmar que la prueba de corte sobreestima el porcentaje de germinación en un 5%. Mientras que el ensayo topográfico al tetrazolio, proporciona valores acordes con los resultados obtenidos en las pruebas de laboratorio.

Al determinar la variación entre la germinación obtenida en el laboratorio y en el vivero, se encontró que el valor del factor variable o de seguridad es de 0.9.

Al evaluar la variación existente entre los resultados de laboratorio y el vivero, se obtuvo una fórmula mediante la cual se calcula la cantidad de semilla a comprar (en gramos) de acuerdo con la germinación que se espera en el campo:

$$C = D / (0.9)^l \times H \times N \times P \times G$$

donde :

- C = Cantidad de semilla a sembrar en gramos
- D = Número de plántulas que se desea obtener
- N = Número de semillas puras por gramo\*
- P = Pureza en tanto por uno\*
- G = Germinación en laboratorio en tanto por uno\*
- l = Factor variable
- H = Diferencia entre la germinación obtenida en el campo con los resultados de laboratorio (es un factor específico para cada especie). Para *Bombacopsis quinata* corresponde a un 0.9, mientras que para *Tabebuia rosea* es de 0.85.

## Conclusiones y recomendaciones

Una temperatura constante de 30 °C y luz constante (24 h) son necesarios para maximizar la germinación de *B. quinata* y *T. rosea*, bajo condiciones controladas. La *Tabebuia rosea* debe sembrarse en hileras y no al voleo; para evitar la competencia y obtener plántulas con mejor forma.

Para la producción de *B. quinata* en vivero, se usa la siembra en eras, a plena exposición. Para *T. rosea* se debe usar sombra durante 15 ó 30 días después del inicio de la germinación. Si se puede

\* Se calcula en los análisis de rutina

adquirir polisombra o zarán, se recomienda uno que filtre el 35% de los rayos solares.

De acuerdo con los resultados de comparar la germinación en el campo con la obtenida en el laboratorio, en el caso de *B. quinata* su germinación en el campo corresponde a un 90% de la obtenida bajo condiciones controladas, mientras que para *T. rosea* corresponde a 85%. En ambos casos el factor variable es de 0.9.

La prueba de corte sobreestima el porcentaje de semillas viables en un 5%, si se compara con la germinación en condiciones controladas. Los resultados reportados en las pruebas de tetrazolio, demuestran el uso potencial de esta prueba para la determinación de la viabilidad en semillas. La prueba puede completarse en uno o dos días, en contraste con la prueba de germinación tradicional, que toma alrededor de 15 días para brindar resultados. La principal limitante es que se necesita de un analista experimentado.

### Litaratura citada

BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DE DEFENSA VEGETAL/COORDENACAO DE LABORATÓRIO VEGETAL. 1992. Regras para analise de sementes. Brasilia, Brasil. Programa Brasileiro de Qualidade e Produtividade (PBQP), Gobierno de Brasil. p 79-190.

DELOUCHE, J; STILL, T.; RASPET, M.; LIENHARD, M. (s.f.). Prueba de viabilidad de la semilla con tetrazolio. México, Agencia para el Desarrollo Internacional (AID). 71 p.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1993. International rules for seed testing. Seed Science and Technology (Switzerland) 23:25-209.

LOPEZ DE LARA, P.; ORTEGA, C. 1983. Efecto de la temperatura sobre la germinación de cinco especies forestales tropicales. *In* Reunión sobre Problemas en Semillas Forestales Tropicales (1983 Quintana Roo, México). (Memoria). México, Instituto Nacional de Investigaciones.

MOORE, S.; LONGER, D.; CLEMENT, R.; WALKER, T. 1987. Correlation of laboratory seed test with field emergence of soybeans in Arkansas. Arkansas Farm Research (EEUU.) 36(4):10.

PERRY, A. 1984. Ensayo topográfico al tetrazolio. *In* Manual de Métodos de Ensayos de Vigor. Madrid, España, Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación. 56 p.

SEVILLA, P. 1987. Germination and tetrazolium testing. Seed Science and Technology (Switzerland) 15(3):691-696.

TRIVIÑO, T. 1990. Investigación de los componentes sanitarios y fisiológicos en semillas de seis especies forestales tropicales en Colombia. *In* Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas Forestales. (1988, Bogotá, Colombia). (Memoria). Bogotá, Colombia, Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal. p 119-136.

\_\_\_\_\_; DE ACOSTA, R.; CASTILLO, A. 1990. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales tropicales en Colombia. Bogotá, Colombia, Proyecto de Cooperación CONIF-INDERENA-CIID. 68 p.

WILLAN, R. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, Italia. FAO. 502 p.

YACUBSON, D. 1983. Principios fundamentales de los seres vivos. *In* Reunión sobre Problemas en Semillas Forestales Tropicales (1983 Quintana Roo, México). (Memoria). México, Instituto Nacional de Investigaciones.

---

## Viabilidad de semillas de cinco especies forestales almacenadas al medio ambiente

Emperatriz Cabezas\*

Algunos de los factores que influyen en la viabilidad de las semillas son: edad, grado de madurez, procesado y condiciones de almacenamiento. Se resumen los resultados de laboratorio realizados con *Cordia alliodora* (laurel), *Tabebuia rosea* (maquilishuat), *Roseodendron donnell smithii* (cortez blanco), *Andira inermis* (almendro de río) y *Gliricidia sepium* (madreado). Estas especies nativas están siendo ampliamente utilizadas en los proyectos de desarrollo forestal en El Salvador, razón por la cual se consideró importante mejorar las técnicas de manejo de las semillas, para hacer un uso más eficiente de las mismas, principalmente cuando hay limitaciones para el almacenamiento en cámaras a baja temperatura.

### Introducción

A través de la empresa privada, las cooperativas y asociaciones de desarrollo rural, se ha incrementado la reforestación en El Salvador, como una opción para cubrir la demanda de madera para la construcción y la producción de leña. La demanda de semillas ha sido cubierta por el Banco de Semillas Forestales, de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables, el cual cuenta con algunas limitaciones para atender debidamente la demanda de semillas y en ocasiones, cuando ocurren daños mecánicos, se corre el riesgo de perder grandes cantidades de las semillas almacenadas.

El objetivo de este estudio es conocer la viabilidad de las semillas de cinco especies forestales prioritarias para el desarrollo forestal de El Salvador, cuando son almacenadas por períodos largos bajo condiciones naturales, en el Banco de Semillas.

### Pruebas realizadas

Para realizar el estudio se seleccionaron las especies *Cordia alliodora* (laurel), *Tabebuia rosea* (Maquilishuat), *Roseodendron donnell smithii* (cortez blanco), *Andira inermis* (almendro de río) y *Gliricidia sepium* (madreado). Las semillas en su mayoría se cosecharon en abril de 1988, con excepción de las del almendro que se recolectaron en agosto y se procesaron y almacenaron en bolsas de papel kraft, luego se depositaron en el Banco de Semillas a la sombra y sin aire acondicionado. El Cuadro 1 presenta las características de las condiciones ambientales del Centro de Desarrollo Forestal en San Andrés, donde se almacenaron las semillas, el cual se encuentra a 460 m sobre el nivel del mar, en la zona de vida bosque húmedo subtropical (según Holdridge).

---

\* Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Recursos Naturales. El Salvador.

Para conocer la capacidad de germinación se utilizaron parcelas de 1000 semillas con tres repeticiones por especie. El riego se practicó todos los días de lunes a viernes. El Cuadro 2 resume las características de los lotes de semillas recolectadas.

**Cuadro 1.** Condiciones ambientales del Centro de Desarrollo Forestal en San Andrés, El Salvador.

Meses	Precipitación (mm)	Temperatura Promedio (°C)	Temp. máxima absoluta (°C)	Temp. mínima absoluta (°C)	Promedio hum.rela- tiva aire (%)	Promedio hum.rela- tiva aire (°C)	Temp. máxima Promedio (°C)	Humedad relativa mínima absoluta
Enero	7	22.5	37.2	4.9	69	33.3	14.2	14
Febrero	2	23.2	37.5	8.3	68	34.7	14.8	16
Marzo	10	24.6	39.6	7.9	68	36.1	16.4	12
Aabril	66	25.5	39.4	9.9	71	36.3	18.2	15
Mayo	182	25.2	39.5	12.6	78	33.6	19.4	19
Junio	295	24.3	36.5	14.2	84	31.9	19.5	25
Julio	322	24.1	35.9	14.4	82	32.2	18.9	26
Agosto	296	24.2	36.5	13.7	82	32.3	19.2	29
Setiembre	304	23.8	36.5	13.8	85	31.4	19.4	28
Octubre	173	23.6	36	12.2	83	31.2	18.7	30
Noviembre	37	22.8	35.2	8.8	77	31.1	16.5	20
Diciembre	7	22.2	35.5	7.5	72	30.8	14.7	18
<b>Promedio</b>		23.8	36.9	4.9	76	32.9	17.5	12

**Cuadro 2.** Características de los lotes de semillas de las especies estudiadas.

Características	<i>Cordia alliodora</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Roseodendrum donnel semithii</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Andira inermis</i>
Lugar de recolección	Coatepeque Santa Ana	San Andrés Km 33	Km 35 carretera Santa Ana	Joya Cerén Cdad. Arce	San Salvador
Fecha de recolec.	4/88	4/88	4/88	-	8/88
Altitud (msnm)	400	400	460	460	710
Precipitación (mm)	1753	1700	1700	1700	1794
Temp. x (°C)	22.6	26.9	26.9	26.9	23.0
Zona de vida	bh. St.	bh. St.	bh. St.	bh. St.	bh. St.
Lote N°	1-88	1.88	1.88	-	-
Cantidad (kg)	0.10	0.10	0.10	1.5	15.0

## Resultados y discusión

El Cuadro 3 resumen los resultados en porcentaje, de las pruebas de germinación realizadas mensualmente para las cinco especies.

**Cuadro 3.** Resultados de las pruebas de germinación bajo condiciones de vivero de cinco especies forestales en El Salvador.

Parcela (N°)	Fecha de realización	Germinación de las especies en %				
		<i>Cordia alliodora</i>	<i>Tabebuia rosea</i>	<i>Roseodendrum donnel smithii</i>	<i>Gliricidia sepium</i>	<i>Andira inermis</i>
1	13/04/88	80.0	100.0	81.0	93.0	96.0
2	13/05/88	81.5	78.3	77.0	85.3	32.0
3	17/06/88	61.0	10.3	9.3	78.7	12.0
4	18/07/88	2.3	3.0	3.0	78.3	8.0
5	17/08/88	1.0	2.0	2.3	75.0	0.0
6	19/09/88	1.0	2.0	0.0	16.7	0.0
7	18/10/88	0.0	0.0	0.0	21.0	0.0
8	15/11/88	0.0	0.0	0.0	2.0	0.0
9	16/12/88	0.0	0.0	0.0	3.0	0.0
10	16/01/89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
11	11/02/89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
12	14/03/89	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

*C. alliodora* mostró un 80% de germinación al momento de la recolección; un mes después de la viabilidad fue similar, 60 días después se redujo al 61%. A los 90 días ya la germinación había bajado a 2.3%. Esto indica que las semillas de laurel bajo las condiciones naturales de almacenamiento, indicadas en el Cuadro 1, sólo pueden mantenerse por un período no mayor de 60 días.

*T. rosea* presentó 100% de germinación al momento de la cosecha, 30 días después la germinación fue de un 10%, lo que indica que bajo dichas condiciones naturales después, la germinación fue apenas de un 9.3%.

La respuesta del almacenamiento de semillas de *G. sepium*, bajo condiciones ambientales fue muy distinta; al inicio mostró el 93% de germinación, este porcentaje se mantuvo alto hasta el quinto mes después de la cosecha, cuando mostró un 75% de germinación. Después de los 150 días el porcentaje mostró una reducción fuerte, llegando a 16.7% de germinación.

La especie *A. inermis* al inicio mostró el 96% de germinación, 30 días después se había reducido a un 32% y a los dos meses, mostró solamente un 12% de germinación, o sea que su viabilidad es muy corta si se almacena bajo condiciones ambientales.

---

## **Conclusiones**

Los resultados obtenidos en estas pruebas preliminares, para evaluar la capacidad de conservar la viabilidad de las semillas de cinco especies forestales, bajo condiciones ambientales, son muy importantes, ya que le permiten al productor de semillas o al técnico forestal, que no cuentan con las condiciones apropiadas para almacenar las semillas a largo plazo, hacer un mejor uso de este material.

Bajo las condiciones ambientales de San Andrés en El Salvador, las semillas de madero negro pueden ser almacenadas al medio ambiente hasta por un período de cinco meses.

Las semillas de laurel, almacenadas bajo las mismas condiciones, deben ser utilizadas durante los primeros 60 días y las semillas de maquilishuate, cortez blanco y almendro, deben ser utilizadas durante los primeros 30 días.

Es necesario continuar investigando la aplicación de nuevas técnicas para conservar estas semillas por períodos más largos bajo condiciones ambientales.

## **Literatura citada**

BRUM, F.; BURCHD, G. 1970. La multiplicación de la frondosa de la conífera trad. 4 ed. Barcelona. Blume.

CENTRO DE RECURSOS NATURALES, SERVICIO DE METEOROLOGIA E HIDROLOGIA. 1987. Almanaque Salvadoreño, Soyapango, El Salvador.

GOTIA, E. D. 1974. Manual de Silvicultura. (UNDP/FAO/ELS/73-004). San Salvador, El Salvador.

GOOR, A. 1964. Métodos de plantación en zonas áridas. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal N° 26.

HOLDRIDGE, L. R. 1975. Zonas de vida ecológicas de El Salvador, Soyapango. El Salvador, Soyapango. El Salvador, DGRNR, FAO.

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. Notas sobre semillas forestales. I, Zonas áridas, II Zonas tropicales húmedas. FAO. Cuadernos de Fomento Forestal N° 3.

---

# Determinación del potencial germinativo de tres especies maderables nativas de un bosque húmedo tropical en Nicaragua.

Darling Sánchez\*

## Introducción

Los bosques tropicales presentan una composición florística con un alto número de especies por hectárea sin que hasta el momento se cuente con una identificación completa de su flora (Turcios 1989). Las especies tropicales son reservas de variabilidad genética potenciales que podrían tener grandes aplicaciones beneficiosas.

En muchos países tropicales, el desarrollo forestal se ha basado en especies exóticas de crecimiento rápido y de amplia experiencia silvicultural y con fuentes comerciales de semillas (Evans 1982; citado por González *et al.* 1990). La información silvicultural para el manejo de las especies forestales nativas del Bosque Húmedo Tropical ha constituido una limitante para el uso extensivo en los programas de reforestación. En este sentido se han iniciado ensayos de germinación con algunas especies para ofrecer alternativas a la reforestación (Espinoza y Butterfield 1989; Montagnini *et al.* 1989; Chavez *et al.* 1990; citados por González *et al.* 1990).

En Nicaragua se cuenta con poca experiencia sobre manejo de bosques latifoliados. Un primer esfuerzo en este campo se inicia en 1990, a través del Proyecto "Desarrollo de Sistemas de Producción Sostenible para el Aprovechamiento de los Bosques Tropicales Húmedos en la zona del Río San Juan" ejecutado por la Universidad Centroamericana con la asesoría técnica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el apoyo económico de la Agencia Sueca de Cooperación en la Investigación con los países en desarrollo (SAREC) (Castañeda *et al.* 1994).

La presente investigación se dentro del Proyecto UCA/CATIE/SAREC, para crear una base de conocimientos para manejo de los Bosques Tropicales Húmedos en la zona de Río San Juan. Esta zona constituye el parca de amortiguamiento en la Gran Reserva Biológica del SI-A-PAZ.

El objetivo del estudio es presentar nuevas alternativas para el cultivo de especies maderables nativas que permitan sustituir a aquellas que son comúnmente reconocidas. Determinar el período de viabilidad de las semillas de las especies en estudio sometidas a pruebas de almacenamiento.

## Metodología

Las semillas de las especies en estudio manó (*Minquaria guianensis*), guayabo de chorro

---

\*Universidad Centroamericana, Proyecto Trópico Húmedo, Managua, Nicaragua, U.K.

---

(*Terminalia amazonia*), cedro macho (*Carapa guianensis*) después de ser recolectadas del suelo (en el caso de cedro macho también de la copa del árbol), fueron trasladados en sacos de yute al A.I.D. "La Lupe" para almacenarlas.

### **Almacenamiento**

Es muy conocido que las semillas forestales de especies del trópico húmedo usualmente recalitrantes pierden rápidamente su poder germinativo al disminuir su contenido de humedad. Las semillas fueron almacenadas en sacos y colocadas a la sombra de un árbol, pero al cabo de una semana se cambió el tipo de almacenamiento, utilizando capas con aserrín, ya que el exceso de humedad debido a la lluvia estaba dando paso a la proliferación de hongos en las semillas.

El almacenamiento se hace con el objetivo de que se asegure una pérdida de humedad mínima para las semillas, y poder determinar el medio más apropiado que mantenga el poder germinativo de las semillas por períodos mayores.

Para evitar el ataque de hongos a las semillas (especialmente para aquellas que son recolectadas del suelo; como manú y cedro macho) se les aplicó Vitavax 300, un químico moderadamente tóxico y fabricado especialmente para el tratamiento de semillas. De esta forma se evita la proliferación de hongos en los bancos germinadores.

Los lotes de semillas colectados, y luego de ser almacenados fueron sometidos cada uno de ellos a un tipo de tratamiento pregerminativo. Con manú, que tiene una testa dura se realizó un corte mecánico de la testa. Para ello se hizo de forma rudimentaria haciéndole un corte en el extremo contrario de donde sale la radícula. Este tratamiento permite la entrada del agua y acelera el proceso de germinación de la especie, sin la aplicación de este proceso la germinación tarda de 3 a 5 meses.

En el caso de guayabo de charco, las semillas se colocan en agua y se separan las que flotan. Este tratamiento se hizo para reconocer qué semillas tenían embrión. Para ello se les quitaron las alitas, luego se abrió con cuidado por la mitad y se colocaron en un recipiente con agua corriente. Las que flotaron se observó que eran semillas vanas, las que se sumergieron resultaron ser semillas viables.

En el caso de cedro macho, las semillas fueron sumergidas en agua por 24 horas. La valoración del comportamiento de las semillas se realizó cada 2 días utilizando un formulario para registrar la cantidad de semillas germinadas por especie.

### **Ensayos de germinación**

Los ensayos de germinación fueron realizados cada 15 días para las tres especies hasta completar cuatro ensayos por especie, con excepción del cedro macho en cuyo caso se realizaron tres ensayos. Para manú se utilizaron 100 semillas por ensayo, para cedro macho 25 semillas y para guayabo de charco 100 semillas.



## Resultados

El manú es nativo del bosque húmedo tropical. Florece de junio a julio. Su fructificación se da de mayo a agosto. Esta es una especie "esciófita que está adaptada a la sombra del bosque. Los resultados indican que la escarificación acelera la germinación de esta especie a un mes. Al mismo tiempo que el almacenamiento aplicado ha preservado las semillas en buen estado. En Perú esta especie da altos porcentajes de germinación alrededor del 88% en un período de 3-5 meses.

Para el ensayo I el inicio de la germinación se dio a un mes y siete días de sembrada con 77% de semillas germinadas.

Para el ensayo II el inicio de la germinación se dio a un mes y un día de la siembra de este con 43% de semillas germinadas.

De los ensayos III y IV aún no hay resultados.

El guayabo de charco al igual que el manú es una especie nativa del bosque húmedo tropical. Su recolección es difícil por lo que se recomienda hacerlo del árbol. Esto se debe a que la semilla es alada, la que puede ser fácilmente llevada por el viento. El fruto se clasifica como "samara", es una especie "monoica". Su floración se da de marzo a abril y su fructificación de abril a mayo.

El ensayo I mostró que a los 12 días de sembradas las semillas se inició la germinación, terminando esta a un mes de haber sido sembrada con 18% de germinación.

El tiempo de germinación del ensayo II fue de 14 días con 6%, finalizando la germinación a los 21 días.

El resultado del ensayo II fue de 0 semillas germinadas.

Para el ensayo IV a los 10 días se inició la germinación con 3%, finalizando la misma a los 24 días.

El cedro macho es una especie nativa del bosque húmedo tropical. El período para producir semillas es de mayo a setiembre de un año a otro. Las semillas se recogen directamente del suelo, con el inconveniente de que al permanecer mucho tiempo en el suelo son depredadas por roedores (guatusas, ratas, etc.).

Los resultados de germinación de esta especie hasta el momento son los siguientes:

Semillas recoletadas del árbol		Semillas recolectadas del suelo	
Ensayo I	23 semillas a los 17 días	Ensayo II	15 semillas a los 15 días
Ensayo II	----		6 semillas a los 30 días

Para el ensayo III no se tienen aún resultados.

---

## Literatura citada

- AROSTEGUI, A. y DIAZ, M. 1992. Propagación de especies forestales nativas promisorias en Jenaro Herrera. Instituto de Investigaciones de la Amazonia Peruana.
- CASTAÑEDA, A. *et al.* 1994. Aprovechamiento mejorado en el Bosque Húmedo Tropical, Estudio de Caso en el sitio "Los Filos" Río San Juan, Nicaragua. Documento Técnico # 2.
- GONZALEZ, E. *et al.* 1990. Crecimiento y comportamiento de "*Carapa guianensis*" Aubl. en plantación a campo abierto, Aubl. en plantación a campo abierto.
- JANZEN, H. D., 1991. Historia natural de Costa Rica. San José, Costa Rica. Editorial de la Universidad de Costa Rica, 1991.
- TURCIOS, R. T. 1989. Calendario fenológico de 55 especies forestales del Bosque Nacional "Alexander von Humboldt".

---

## ***Tema 5***

# ***Producción de Semillas Forestales***

---

## Resultados preliminares de producción de semillas de *Araucaria hunsteinii* en Costa Rica

Rodolfo Salazar

**La *Araucaria hunsteinii* en K. Schumann es nativa de la Isla de Papua y Nueva Guinea. Es una especie de porte alto, cultivada para producción de madera aserrada en zonas tropicales húmedas y muy húmedas. Se introdujo en Costa Rica en 1960 a nivel de experimentos de eliminación de especies, principalmente en la región atlántica entre los 600 y los 1500 msnm. Ha demostrado excelente crecimiento, árboles de buena forma, vigorosos y tolerantes a la falta de manejo silvicultural. Por su comportamiento y adaptación a suelos sobreutilizados y con limitaciones de drenaje, se ha empezado a promover su plantación, pero hay escasez de semillas para satisfacer la demanda, situación que se complica más al ser las semillas recalcitrantes. El mayor potencial para la producción de semillas se observó en Paraíso a 1500 msnm, donde han sido contadas hasta un máximo de 289 semillas por cono, mientras que en Turrialba, a 650 msnm, el máximo de semillas por cono durante tres años, han sido 30.**

### Introducción

El klinki pine o *Araucaria hunsteinii* es una conífera originaria de Papua y Nueva Guinea, donde crece en plantaciones puras o combinadas con otras especies de latifoliadas entre 800 y 1700 msnm, con precipitaciones de 1600 mm por año, en suelos aluviales bien drenados. La especie alcanza hasta 85 m de altura y 100 cm de dap (Bin Haji Ali 1964; Francis 1988; Mesén 1988).

Evans (1980) menciona que el klinki pine es una de las especies preferidas en Papua, Nueva Guinea, donde es cultivada intensivamente para producción de madera aserrada y plywood. La especie tiene forma excelente, buena poda natural y aunque el crecimiento inicial es lento, alcanza incrementos anuales entre 20 y 30 m<sup>3</sup>/ha en rotaciones de 40 años.

En Malaysia, ha mostrado gran potencial y se cultiva a nivel comercial, pero enfrentan el problema de no disponer de suficiente semilla para suplir la demanda (Saboriah 1979).

A mediados de la década de 1960 el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Educación y Enseñanza (CATIE), estableció en Turrialba varias pruebas de eliminación y comprobación de especies forestales nativas e introducidas, para identificar aquellas con potencial para satisfacer diversas necesidades de la población y para su cultivo en una amplia gama de condiciones de sitio. Entre estas especies fueron incluidas la *A. hunsteinii*, *A. angustifolia*, *A. araucana*, *A. conninghamii*, *A. excelsa* y *A. columnaris*. Con excepción de la *A. araucana* y *A. columnaris*, las otras han mostrado crecimientos satisfactorios. En los últimos años, en Costa Rica se empezó a promover el cultivo de *A. hunsteinii*, pero la semilla disponible no cubre la demanda.

El presente trabajo es un análisis preliminar del potencial de producción de semillas de *A. hunsteinii*, en las pequeñas parcelas experimentales establecidas hace 26 y 28 años en Turrialba, Juan Viñas y Paraíso, en Costa Rica.

### Características de los sitios y las parcelas

Se establecieron parcelas experimentales de klinki pine en cinco sitios ; los tres primeros sitios se encuentran ubicados en terrenos del CATIE, los cuales están distantes uno del otro aproximadamente 2 km y presentan características similares (Cuadro 1). Los suelos de Puente Cajón son más pesados y más húmedos.

La parcela de El Sitio en Juan Viñas está a 10 km del CATIE y casi al doble de elevación y se caracteriza por la alta precipitación, frecuentemente nublado y suelos fértiles de origen volcánico. La de Paraíso está a 30 km de Turrialba y 20 km de El Sitio, Juan Viñas, los árboles están plantados en dos líneas, los suelos son de origen volcánico y con buena fertilidad, la elevación es ligeramente similar a la de El Sitio, Juan Viñas y el doble de la de los tres sitios de Turrialba.

Las características de crecimiento de la especie en los cinco sitios es relativamente similar, los incrementos medios en altura total fluctúan entre 1.79 y 2.02 m y el dap fluctúa entre 0.84 y 1.20 cm. Florencia Sur mostró los crecimientos mayores y Paraíso los crecimientos menores (Cuadro 1).

En general en todos los sitios los árboles muestran excelente forma, buena poda natural de ramas y la capacidad de soportar altas densidades, aún siendo plantaciones maduras.

**Cuadro 1.** Características de los sitios y de las parcelas de *Araucaria hunsteinii* en Costa Rica hasta 1995.

Sitio	Fecha de plantación	Elevación (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Zona de Vida (Holdridge)	Arboles (N°)	Dap (cm)	Altura total (m)
Arboretum	1966	600	2696	21.7	bmh-PT	8	57.6	24.5
Puente Cajón	1966	630	2637	21.7	bmh-PT	47	55.7	33.0
Florencia Sur	1968	630	2637	21.7	bmh-PT	22	54.5	32.5
El Sitio	1966	1200	4200	19.5	bmh-PT	64	51.2	33.6
Paraíso	1966	1300	2240	19.0	bmh-PT	68	51.9	27.0

### Capacidad de producción de frutos y semillas

En los tres sitios bajo estudio en Turrialba y durante un período de tres años, se ha observado

que los frutos empiezan a desarrollarse durante junio y julio y, para agosto han alcanzado un tamaño promedio de 10 y 12 cm y la maduración se da entre febrero y abril. En El Sitio, Juan Viñas y Paraíso el crecimiento se inicia entre marzo y abril (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Desarrollo de los conos de *Araucaria hunsteinii* por sitio en Costa Rica.

Sitio	Inicio del crecimiento de conos*	Maduración de frutos	Distribución de frutos en el árbol
Arboretum	junio-julio	febrero-abril	Ultimo tercio de la copa
Puente Cajón	"	"	"
Florencia Sur	"	"	"
El Sitio	marzo-abril	"	"
Paraíso	"	"	"

\* En esta época los conos muestran entre 5 y 7 cm de largo.

La mayoría de los conos femeninos se localizan en el primer tercio superior de la copa y la mayor producción de conos se da en los árboles de los bordes, posiblemente por efecto de competencia por espacio y luz. En Paraíso donde los árboles fueron plantados en hileras, la frecuencia de árboles con frutos es mayor que en las otras parcelas, donde se ha observado que sólo entre el 19 y 27% producen conos, mientras que en Paraíso el 68% ha mostrado conos femeninos.

Durante tres años de observaciones se determinó una variación considerable en el número de conos producidos por árbol por año (Cuadro 3). La variación es considerable entre sitios y entre árboles en un mismo sitio. El promedio general fue de 27 conos por árbol, pero en el Arboretum se observó un promedio de 54 como el sitio con mayor producción de conos. En Florencia Sur el promedio fue de 20 como el más bajo con un rango de 9-27 entre árboles.

**Cuadro 3.** Características de los frutos de *Araucaria hunsteinii* en cinco sitios de Costa Rica 1994.

Sitio	Frutos/árbol		Dimensiones del fruto			Semillas/Fruto	
	$\bar{X}$	Rango	Largo (cm)	Ancho (cm)	Peso verde (kg/cono)	Desarrolladas $\bar{X}$	Rango
Arboretum	54.0	53-55	16.8	13.3	0.960	5.8	0-30
Puente Cajón	22.7	15-31	17.4	12.9	1.489	1.0	0-4
Florencia Sur	20.5	9-27	17.8	13.9	1.259	10.5	0-89
El Sitio	31.0	21-41	13.2	11.8	0.721	2.0	0-6
Paraíso	-	-	17.3	12.4	1.276	81.2	0-289
$\bar{X}$	27.1		16.5	12.9	1.141	20.1	

---

Las dimensiones de los conos son relativamente similares entre sitios, el largo promedio fue de 16.5 cm y varió de 13.2 a 17.8 cm entre sitios. El diámetro fue de 12.9 cm como promedio y la variación entre sitios fue de 11.8 en el Sitio hasta 13.9 en Florencia Sur. El peso verde promedio general fue de 1.141 kg/cono femenino, en El Sitio, Juan Viñas, el promedio fue de 0.721 kg como los más livianos y en Puente Cajón se observaron los más pesados con 1.489 kg promedio.

La producción de semillas desarrolladas por cono es variable entre conos de un mismo árbol, entre árboles de un mismo sitio y entre sitios. No se observó relación entre el tamaño del fruto y el número de semillas desarrolladas (Cuadro 3).

En los tres sitios de Turrialba el promedio de semillas desarrolladas por cono fue superior a 10 y el rango entre conos fue de 0 a 89 semillas desarrolladas.

En el Cuadro 4 se muestran datos de producción de semillas de las cosechas de 1993 y 1994 en cuatro sitios, dos árboles por sitio y cinco conos por árbol. El número de semillas desarrolladas por cono es muy irregular. En las parcelas de los tres sitios de Turrialba y en la parcela de Juan Viñas es frecuente encontrar conos sin semillas; pero también en algunos árboles se observaron más conos con un número relativamente más alto al promedio general que es de 20 semillas/cono.

En Paraíso donde los árboles están plantados en líneas, el promedio de semillas por cono fue de 81 cm con un rango desde 0 a 289 semillas (Cuadro 3). Casi todos los conos tienen un número comparativamente mayor de semillas que en los demás sitios. La mayoría de los conos analizados mostraron más de 100 semillas desarrolladas (Cuadro 4).

El número total de semillas vanas y llenas por cono varió entre 830 y 1050; Bin Haji (1964) menciona en Papúa y Nueva Guinea un promedio de 1200; además, indica que los frutos tienen un peso verde promedio de 1000 y 1750 kg, con un largo promedio de 15 cm. La recolección de los frutos maduros se realiza entre julio y agosto y colectan entre 23 y 35 conos por árbol.

Las semillas de klinki pine son recalcitrantes intermedios y no pueden ser almacenadas por períodos largos; Bin Haji Ali (1964) menciona que la viabilidad se reduce aproximadamente 10% por semana o más durante las primeras cuatro semanas, después de ocho semanas la viabilidad se reduce casi a cero.

Las semillas de los cinco sitios mostraron un alto porcentaje de germinación el cual varió entre 70 y 100% tanto en arena como en tierra. La germinación en vivero se inicia entre el día 8 y 10 y finaliza a los 15 ó 18 días; lo mismo ocurre en cámaras de germinación con ambiente controlado.

## **Conclusiones**

Estos resultados muestran que en Costa Rica la *A. hunsteinii* muestra gran variación con respecto a la capacidad de producción de semillas fértiles por cono. Aunque la producción de conos es alta, el número de semillas fértiles es bajo, con excepción de los resultados observados en Paraíso, donde es posible obtener en promedio una producción de 81 semillas viables por árbol.

**Cuadro 4.** Producción de semillas desarrolladas por fruto de *Araucaria hunsteinii* en distintos sitios en Costa Rica. Cosechas de 1993 y 1994.

Sitio	Arbol	Cono	Semillas desarrolladas Año de Cosecha	
			1993	1994
Arboretum	1	1	18	0
		2	16	0
		3	30	0
		4	3	0
		5	7	0
	2	1	0	0
		2	0	0
		3	0	1
		4	0	0
		5	0	2
Florencia Sur	1	1	2	82
		2	10	30
		3	2	89
		4	0	14
		5	1	5
	2	1	10	11
		2	12	1
		3	0	5
		4	11	0
		5	6	1
Juan Viñas	1	1	0	
		2	0	
		3	0	
		4	0	
		5	0	
	2	1	6	
		2	0	
		3	1	
		4	1	
		5	1	
Paraíso	1	1	151	40
		2	140	164
		3	152	129
		4	191	168
		5	89	219
	2	1	269	112
		2	289	54
		3	9	103
		4	178	0
		5	107	47



---

Es importante identificar los factores que afectan la producción de semillas viables por cono, es posible que esta variación se deba al efecto de la competencia entre árboles ya que en parcelas, los árboles de los bordes producen más conos que los del centro; además, la competencia entre las copas puede estar afectando la distribución del polen; esto no ocurre en Paraíso donde los árboles en línea tienen mayor espacio disponible para desarrollar las copas y la diseminación del polen es más eficiente. Si está fuera la razón, en el caso de las plantaciones se debería practicar aclareos para aumentar el espacio disponible por árbol y facilitar así la fertilización.

Otra consideración importante es la baja producción de conos masculinos, los cuales usualmente se localizan en la parte media de la copa, factor que también puede afectar el proceso de polinización de los conos masculinos ubicados en la parte alta de la copa. Además, será importante analizar la viabilidad del polen.

En Costa Rica las parcelas de *A. hunsteinii* son muy pocas, lo que indica que la disponibilidad de semillas para establecer nuevas plantaciones es un factor limitante. Mesén (1988) y Ng. & Saboriah (1979) indican que la especie tiene gran capacidad de enraizamiento por estacas, esto sería una alternativa para respaldar el interés por incrementar las plantaciones con esta especie.

### **Literatura citada**

- BIN HAJI, I. 1964. A note on a visit to the forest of Papua and New Guinea. *The Malaysian Forester*, 27: 354-360.
- EVANS, J. 1980. Preliminary data on foliar nutrient levels in klinkii pine (*Araucaria hunsteinii*). *The Malaysian Forester*, 43(2): 212-218.
- FRANCIS, J. K. 1988. *Araucariaceae* in Puerto Rico. *Turrialba*. 38(3): 202-203.
- Ng & SABORIAH, A. 1979. Research items (1) vegetative propagation of *Araucaria hunsteinii*. *The Malaysian Forester*, 43(2): 212-218.
- MESEN, F. 1988. Propagación vegetativa de *Araucaria hunsteinii* Sch. mediante enraizamiento de estacas. Tesis U.C.R. Costa Rica 77 p.

## **Producción de semillas de cedro *Cedrela odorata* L. bajo condiciones naturales en Campeche, México**

Aníbal Niembro \*

Se analizaron 150 frutos de cedro (*Cedrela odorata* L.) para estimar su rendimiento de semillas bajo condiciones naturales y conocer las relaciones existentes entre las características siguientes por fruto: 1) peso 2) longitud; 3) diámetro 4) número de semillas desarrolladas 5) número de semillas malformadas 6) potencial de producción de semillas 7) peso de semillas desarrolladas 8) número de semillas germinadas 9) eficiencia de producción de semillas 10) eficiencia de germinación de semillas y 11) eficiencia de producción de semillas viables. Los resultados mostraron que los frutos de cedro producen en promedio 25 (+/- 4) semillas desarrolladas, de las cuales 15 (+/- 9) son capaces de dar origen a una nueva planta. El peso y las dimensiones de los frutos mostraron correlaciones positivas significativas a los niveles de 1 y 5% de probabilidad con la cantidad y calidad biológica de las semillas producidas. Los frutos de mayor peso y tamaño son los recomendables para hacer acopio de la mayor cantidad de semillas viables.

### **Introducción**

El cedro *Cedrela odorata* L., es uno de los árboles forestales de mayor importancia económica en la República Mexicana. El cedro vegeta en los estados de Veracruz, Tabasco, Campeche, Yucatán, Quintana Roo, Chiapas y Oaxaca, formando parte de diversos tipos de bosques tropicales (Penington y Sarukhan 1968). Se encuentra también a lo largo de América Central hasta la parte norte de América del Sur.

El cedro (*C. odorata* L.) es un árbol caducifolio de más de 30 m de altura. Su madera de excelente calidad y belleza, está considerada como una de las más finas del mundo. Se utiliza para fabricar de muebles de alta calidad, artículos torneados, chapa decorativa, instrumentos musicales y decoración de interiores. Sus flores son melíferas, el néctar es buscado por las abejas para la elaboración de miel. En diversas poblaciones del país el cedro se cultiva para establecer cortinas rompevientos y cercos vivos para delimitar terrenos de cultivo y tierras de pastoreo. También se planta como árbol de sombra y ornato. Se le observa con frecuencia alrededor de las viviendas, en los huertos familiares y a lo largo de los caminos. Se considera como un árbol de uso múltiple de importancia agroforestal (Pérez Olvera *et al.* 1980; Webb *et al.* 1980; Niembro Rocas 1986; von Carlowitz 1991; Nair 1993).

En el estado de Campeche el cedro ocupa un lugar relevante dentro de la flora nativa de la entidad (Vázquez Soto 1981; S A R H 1985). Desafortunadamente, las poblaciones naturales de esta especie han decrecido en los últimos años en diversas localidades a consecuencia de los cambios de uso del suelo y de la sobreexplotación de que han sido objeto.

---

\*Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campeche, México.

---

El aprovechamiento selectivo del cedro en los bosques campechanos ha disminuido su capacidad de regeneración natural en muchas áreas y en algunos lugares la especie ha desaparecido, siendo cada vez más difícil encontrar árboles con diámetros de valor comercial. La situación anterior ha originado que diversas instituciones estatales y federales preocupadas por el destino del cedro, estén desarrollando programas de reforestación, estableciendo plantaciones en sitios de aprovechamiento forestal, terrenos degradados, áreas desmontadas y perturbadas, orillas de caminos, etc.

Desafortunadamente, muchos de estos programas de reforestación han tenido problemas para desarrollarse eficientemente, debido entre otras cosas a la falta de semillas, desconociéndose la cantidad y tipo de frutos que se deben recolectar para hacer acopio de las semillas necesarias para producir un determinado número de plántulas en los viveros forestales del estado de Campeche y la región.

Los objetivos de la presente investigación fueron: A) analizar estadísticamente el contenido de semillas de una muestra de frutos de cedro para estimar su rendimiento y calidad bajo condiciones naturales; B) conocer las relaciones entre la producción de semillas y el peso y tamaño de los frutos y C) contar con información básica que permita a los viveristas recolectar las semillas que les garanticen un número determinado de plantas.

## **Revisión de literatura**

Son escasos los estudios para evaluar el rendimiento y la calidad de las semillas que producen los árboles tropicales provistos de frutos polispermos como la ceiba (*Ceiba pentandra*), el maculís (*Tabebuia rosea*), la amapola (*Pseudobombax ellipticum*) y la primavera (*Roseodendron donnell-smithii*). Se desconoce la capacidad y eficiencia de producción de semillas de numerosas especies arbóreas de importancia silvícola y agroforestal dentro y fuera del territorio nacional.

El conocimiento del rendimiento y la calidad de las semillas contenidas en los frutos de aquellas especies empleadas con mayor frecuencia en los programas de reforestación, es fundamental para planificar correctamente tanto su recolección como la producción de plantas en los viveros (Méndez y Trujillo 1994). Desafortunadamente, este conocimiento no está disponible para la mayoría de las especies que crecen en las regiones tropicales (Willan 1991).

Niembro (1995) analizó 108 frutos maduros y cerrados de caoba (*Swietenia macrophylla* King) para evaluar el rendimiento y la calidad biológica de sus semillas. Los resultados mostraron que los frutos producen en promedio 49 (+/- 9) semillas desarrolladas de las cuales 39 (+/- 12) germinaron y originaron una nueva planta. Hubo evidencias sobre la existencia de correlaciones positivas significativas entre el peso y dimensiones de los frutos con la cantidad y calidad biológica de las semillas contenidas.

Por lo que se refiere a los frutos del cedro (Fig. 1), no hay información acerca de la cantidad y calidad biológica de las semillas que esta especie produce en alguna parte de su área de distribución natural..



*Figura 1. Frutos de cedro "Cedrela odorata L." mostrando su contenido de semillas.*

### **Metodología**

Durante la tercera semana de febrero de 1995 se realizó en los alrededores de la ciudad de Campeche una colecta de frutos de cedro. Los frutos se colectaron de arbolado en pie plantado a orillas de caminos vecinales con fines de reforestación urbana. Los frutos se guardaron en costales de yute y se analizaron en el Laboratorio de Semillas Forestales del Campo Experimental "China" del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

Del material recolectado se tomó una muestra simple al azar de 150 frutos cerrados para analizar la cantidad y calidad de sus semillas tomando como base algunos criterios empleados por Lyons (1956), Bramlett (1974), Bramlett *et al.* (1977), Karrfalt y Belcher (1977) y Bramlett (1979). Las variables analizadas por fruto fueron:

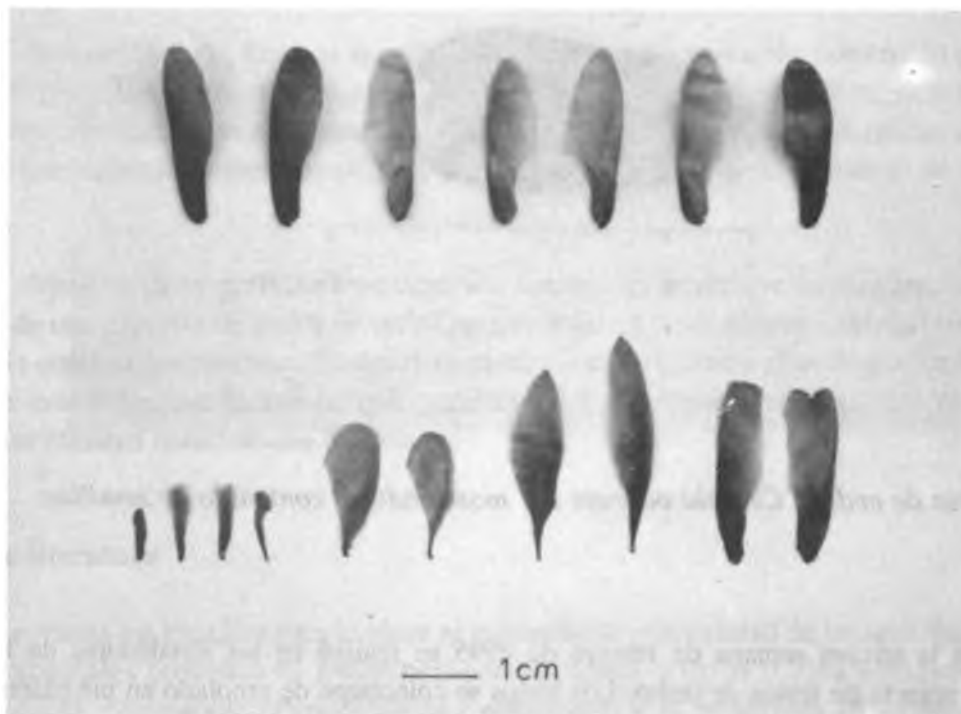
Peso (PF); longitud (LF); diámetro (DF); número de semillas desarrolladas (NSD); número de semillas malformadas (NSM); potencial de producción de semillas (PPS); peso de semillas desarrolladas (PSD); número de semillas germinadas (NSG); eficiencia de producción de semillas (EPS); eficiencia de germinación de semillas (EGS); eficiencia de producción de semillas viables (EPSV).

El peso de los frutos se determinó de manera individual con una balanza electrónica graduada a un 0.01 de g.

La longitud y el diámetro de los frutos se determinó de manera individual con un calibrador graduado a un 0.1 mm.

Las semillas consideradas como desarrolladas fueron las que completaron su ontogenia de manera normal. Este tipo de semillas tiene un embrión funcional que al germinar origina una nueva planta (Fig. 2).

Las semillas consideradas como malformadas fueron las que presentaron problemas de desarrollo y crecimiento durante su ontogenia. Este tipo de semilla carece de embrión y si lo tiene se encuentra morfológica y fisiológicamente imposibilitado para germinar ( Fig. 2).



**Figura 2.** Las semillas de la fila superior completaron normalmente su crecimiento y desarrollo. Este tipo de semillas están capacitadas para germinar y producir una planta, Las semillas de la fila son malformadas, carentes de embrión e imposibilitadas para germinar.

Ambos tipos de semillas se determinaron revisándolas de manera individual y contabilizando su número en cada uno de los frutos.

El potencial de producción de semillas es el número máximo que un fruto puede llegar a producir. Este valor incluye tanto semillas desarrolladas como malformadas e indica la capacidad biológica de la especie para producir determinada cantidad de semillas. Este potencial se determinó de la manera siguiente:

---

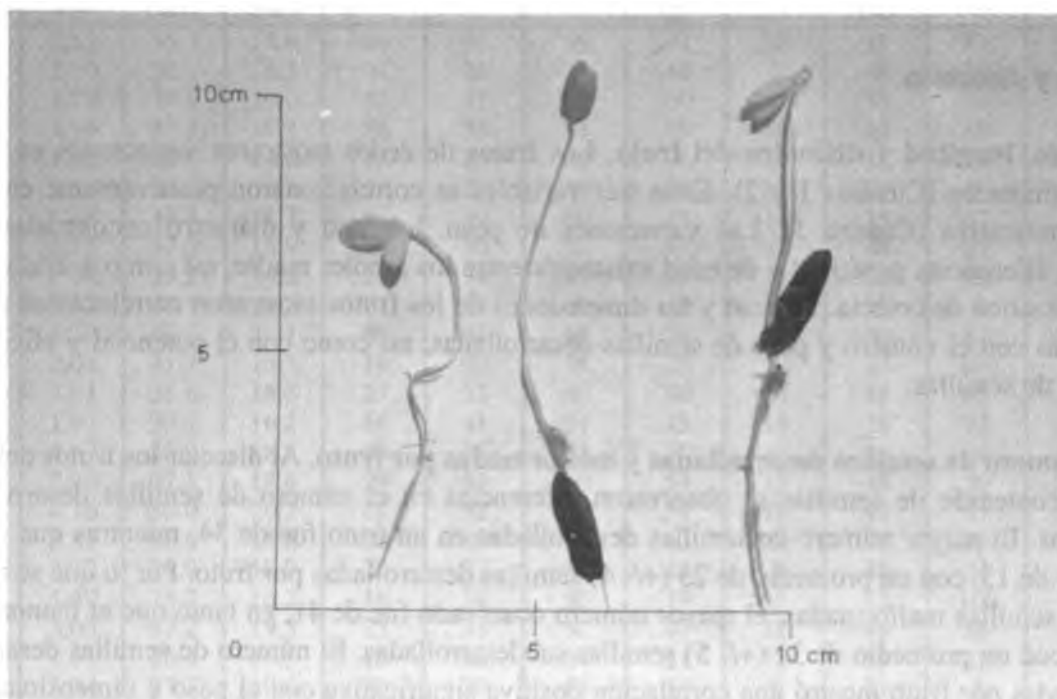
$$\text{PPS} = \text{Número de semillas desarrolladas} + \text{número de semillas malformadas}$$

---

El peso de las semillas desarrolladas existentes en cada uno de los frutos se determinó con una balanza electrónica graduada a un 0.01 de g.

Las semillas desarrolladas encontradas en cada uno de los frutos se pusieron dentro de una germinadora a una temperatura constante de 28°C. La germinación de las semillas se llevó a cabo sobre toallas de papel permanentemente humedecidas con agua destilada. La prueba de germinación duró 14

días al cabo de los cuales se contabilizaron las semillas germinadas. Una semilla se consideró germinada cuando su plántula mostró sus partes esenciales (Fig. 3).



**Figura 3.** Germinación normal de las semillas de cedro a los 14 días después de la siembra bajo condiciones controladas en el laboratorio.

La eficiencia de producción de semillas indica la proporción de semillas desarrolladas existentes en cada fruto y expresa el éxito o el fracaso de éste para producir una determinada cantidad de semillas provistas de un embrión funcional. La eficiencia de producción de semilla se determinó de la manera siguiente:

$$\text{EPS} = \frac{\text{Número de semillas desarrolladas}}{\text{Potencial de producción de semillas por fruto}} \times$$

La eficiencia de germinación de semillas por fruto indica la proporción de semillas desarrolladas capaces de germinar en un tiempo determinado bajo condiciones controladas. La eficiencia de germinación se determinó de la manera siguiente:

$$\text{EGS} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de semillas desarrolladas por fruto}} \times$$

La eficiencia de producción de semillas viables por fruto, indica el éxito o el fracaso de éste para producir una determinada cantidad de semillas capaces de germinar y originar nuevas plántulas. Este se determinó de la manera siguiente:

$$\text{EPSV} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Potencial de producción de semillas por fruto}} \times$$

El conjunto de datos obtenidos de la evaluación de las características estudiadas se analizó estadísticamente. Los estimadores de tendencia central y dispersión fueron los valores mínimo y máximo,

---

el rango, la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. El grado de asociación entre las variables se determinó por medio de un análisis de correlación lineal simple, utilizando el paquete computacional MSTAT.

## **Resultados y discusión**

**-Peso, longitud y diámetro del fruto.** Los frutos de cedro mostraron variaciones en su peso, longitud y diámetro (Cuadros 1 y 2). Estas tres variables se correlacionaron positivamente entre sí de manera significativa (Cuadro 3). Las variaciones de peso, longitud y diámetro encontradas pueden atribuirse a diferencias genéticas y de edad existentes entre los árboles madre, así como a diferencias de suelo en los sitios de colecta. El peso y las dimensiones de los frutos mostraron correlaciones positivas significativas con el número y peso de semillas desarrolladas, así como con el potencial y eficiencia de producción de semillas.

**-Número de semillas desarrolladas y malformadas por fruto.** Al disectar los frutos del cedro y revisar su contenido de semillas se observaron diferencias en el número de semillas desarrolladas y malformadas. El mayor número de semillas desarrolladas en un fruto fue de 34, mientras que el menor número fue de 13, con un promedio de 25 (+/- 4) semillas desarrolladas por fruto. Por lo que se refiere al número de semillas malformadas, el mayor número observado fue de 41, en tanto que el menor número fue de 19, con un promedio de 31 (+/- 5) semillas subdesarrolladas. El número de semillas desarrolladas y malformadas por fruto mostró una correlación positiva significativa con el peso y dimensiones de los frutos. De tal manera que en la medida en que aumentan de peso y tamaño los frutos, se incrementa el número de ambos tipos de semillas y viceversa.

**Cuadro 1.** Resultados de la evaluación de 11 variables en frutos y semillas de cedro (*C. odorata* L.).

Fruto No.	PF (g)	LF (mm)	DF (mm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)	EPSV (%)
1	2.55	35.3	18.6	24	35	59	.41	20	41	83	34
2	2.70	36.0	18.5	24	26	50	.40	5	48	21	10
3	4.78	39.8	20.0	31	31	62	.60	0	50	0	0
4	3.39	37.5	19.3	26	35	61	.49	18	43	69	30
5	1.43	28.5	14.8	25	24	49	.26	3	51	12	6
6	3.38	33.2	18.3	28	29	57	.39	13	49	46	23
7	3.38	37.3	18.7	21	39	60	.41	14	35	67	23
8	2.75	37.0	18.9	28	30	58	.47	23	48	82	40
9	1.34	29.2	14.2	13	34	47	.15	13	28	100	28
10	2.82	36.1	18.7	21	39	60	.38	0	35	0	0
11	4.29	40.2	20.1	31	31	62	.59	26	50	84	42
12	2.04	31.7	16.3	19	39	58	.25	19	33	100	33
13	3.01	36.6	18.8	27	33	60	.50	23	45	85	38
14	1.97	30.1	16.2	16	41	57	.25	15	28	94	26
15	3.67	35.9	18.8	28	23	51	.50	13	55	46	25
16	2.90	37.8	18.6	29	31	60	.53	17	48	59	28
17	4.16	38.0	20.2	28	32	60	.51	17	47	61	28
18	3.83	36.6	18.8	22	30	52	.42	5	42	23	10
19	2.72	36.9	18.9	29	32	61	.44	7	48	24	11
20	1.40	28.7	15.2	16	34	50	.19	16	32	100	32
21	3.05	37.2	19.5	25	32	57	.47	22	44	88	39
22	1.61	26.4	16.5	18	36	54	.21	18	33	100	33
23	3.34	37.7	19.6	30	29	59	.56	1	51	3	2
24	5.49	39.4	20.5	29	31	60	.58	26	48	90	43
25	3.85	38.3	19.9	27	31	58	.55	6	47	22	10
26	2.22	31.7	17.5	25	25	50	.44	0	50	0	0
27	3.89	36.3	19.0	30	28	58	.45	28	52	93	48
28	4.11	37.5	18.4	23	26	49	.42	7	47	30	14
29	2.66	33.2	16.6	28	19	47	.34	17	60	61	36
30	4.13	39.6	18.6	24	29	53	.45	0	45	0	0
31	2.92	37.7	20.0	28	33	61	.54	26	46	93	43
32	4.40	39.2	20.1	31	30	61	.60	9	51	29	15
33	3.69	34.8	18.5	30	28	58	.43	29	52	97	50
34	2.17	30.7	16.5	24	23	47	.31	2	51	8	4
35	3.59	36.3	19.8	30	34	64	.54	23	47	77	36
36	2.06	31.1	16.1	24	24	48	.27	2	50	8	4
37	3.90	39.9	20.1	29	31	60	.59	26	48	90	43
38	2.57	35.1	17.6	24	35	59	.32	23	41	96	39
39	3.54	38.1	19.1	30	29	59	.52	26	51	87	44
40	3.59	39.6	20.0	26	36	62	.57	25	42	96	40
41	4.57	39.8	20.6	29	34	63	.59	21	46	72	33
42	3.53	37.9	19.5	29	29	58	.57	5	50	17	9
43	2.98	35.2	17.7	29	30	59	.38	28	49	97	47
44	3.14	38.2	19.8	29	29	58	.47	27	50	93	47
45	2.81	34.4	17.9	28	27	55	.41	27	51	96	49
46	2.98	38.2	19.8	23	38	61	.46	21	38	91	34
47	3.55	38.9	19.2	28	32	60	.51	22	47	79	37
48	3.32	35.4	18.7	25	34	59	.41	1	42	4	2

PF (Peso del fruto); LF (Longitud del fruto); DF (Diámetro del fruto); NSD (Número de semillas desarrolladas por fruto); NSM (Número de semillas malformadas por fruto); PPS (Potencial de producción de semillas por fruto); PSD (Peso de semillas desarrolladas por fruto); NSG (Número de semillas germinadas por fruto); EPS (Eficiencia de producción de semillas por fruto); EGS (Eficiencia de germinación de semillas por fruto); EPSV (Eficiencia de producción de semillas viables por fruto).



Continuación Cuadro 1.

Fruto No.	PF (g)	LF (mm)	DF (mm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)	EPSV (%)
49	4.19	42.0	18.8	28	32	60	.54	22	47	79	37
50	3.24	37.0	18.4	23	31	54	.45	6	43	26	11
51	3.52	38.6	18.9	26	27	53	.51	1	49	4	2
52	2.89	36.6	18.9	33	25	58	.49	31	57	94	53
53	3.46	38.4	19.5	28	33	61	.50	13	46	46	21
54	1.99	29.5	15.4	22	24	46	.28	17	48	77	37
55	3.33	39.7	19.9	27	33	63	.54	2	43	7	3
56	3.11	37.0	18.8	23	36	59	.41	5	39	22	8
57	2.64	35.4	18.2	22	33	55	.35	0	40	0	0
58	2.55	38.0	18.7	27	33	60	.49	23	45	85	38
59	2.40	33.2	17.2	28	32	60	.30	2	47	7	3
60	4.04	38.6	19.5	30	30	60	.55	12	50	40	20
61	3.99	39.4	18.9	25	38	63	.46	13	40	52	21
62	4.31	36.8	19.5	26	28	54	.49	0	48	0	0
63	4.04	35.0	18.9	22	32	54	.47	15	41	68	28
64	2.44	35.1	17.8	21	37	58	.34	13	36	62	22
65	2017	30.3	16.3	27	21	48	.32	17	56	63	35
66	3.56	39.8	19.0	26	35	61	.52	21	43	81	34
67	3.62	41.1	19.7	28	32	60	.56	2	47	7	3
68	3.61	38.7	19.6	29	29	58	.51	16	50	55	28
69	3.46	37.5	19.3	26	35	61	.48	25	43	96	41
70	1.93	32.4	17.4	26	26	52	.45	26	50	100	50
71	2.28	34.6	17.4	15	23	38	.23	9	39	60	24
72	3.61	38.8	20.0	28	30	58	.53	0	48	0	0
73	3.99	37.2	19.6	26	28	54	.55	26	48	100	48
74	1.84	27.9	16.3	20	30	50	.21	2	40	10	4
75	3.60	37.7	19.9	22	38	60	.40	3	37	14	5
76	2.48	33.1	17.4	26	32	58	.37	26	45	100	45
77	2.60	38.0	18.1	28	32	60	.41	25	47	89	42
78	2.94	37.3	18.2	28	32	60	.44	20	47	71	33
79	3.32	36.2	18.4	26	32	58	.41	5	45	19	9
80	1.70	28.2	15.8	23	26	49	.29	22	47	96	45
81	3.06	32.7	17.4	22	33	55	.23	1	40	5	2
82	2.69	33.2	17.1	21	30	51	.35	0	41	0	0
83	3.61	37.9	20.1	25	35	60	.45	0	42	0	0
84	1.67	28.8	15.8	23	25	48	.24	10	48	43	21
85	2.43	35.5	18.0	22	38	60	.39	22	37	100	37
86	4.22	39.6	20.0	30	31	61	.56	18	49	60	30
87	3.88	40.4	20.0	31	29	60	.60	26	52	84	43
88	3.31	35.8	18.8	25	25	50	.47	8	50	32	16
89	2.76	31.2	16.6	21	22	43	.27	11	49	52	26
90	3.93	41.9	21.1	29	34	63	.62	7	46	24	11
91	3.56	40.0	18.2	24	28	52	.45	19	46	79	37
92	1.39	27.9	15.0	16	29	45	.18	9	36	56	20
93	3.24	39.6	19.5	29	32	61	.54	26	48	90	43
94	3.57	43.2	20.3	28	32	60	.59	28	47	100	47
89	2.76	31.2	16.6	21	22	43	.27	11	49	52	26
90	3.93	41.9	21.1	29	34	63	.62	7	46	24	11
91	3.56	40.0	18.2	24	28	52	.45	19	46	79	37
92	1.39	27.9	15.0	16	29	45	.18	9	36	56	20
93	3.24	39.6	19.5	29	32	61	.54	26	48	90	43
94	3.57	43.2	20.3	28	32	60	.59	28	47	100	47
95	2.84	32.8	18.5	30	30	60	.41	29	50	97	48
96	3.65	39.3	19.9	28	34	62	.52	26	45	93	42

Continuación Cuadro 1.

Fruto No.	PF (g)	LF (mm)	DF (mm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)	EPSV (%)
97	3.75	38.8	20.5	27	33	60	.49	25	45	93	42
98	3.79	36.9	18.9	26	27	53	.47	15	49	58	28
99	3.55	38.7	20.4	26	35	61	.54	15	43	58	25
100	5.19	44.8	20.8	30	28	58	.61	13	52	43	22
101	2.21	31.5	16.7	26	22	48	.35	24	54	92	50
102	2.94	33.6	17.0	24	25	49	.33	19	49	79	39
103	3.52	38.2	19.8	26	33	59	.51	21	44	81	36
104	1.77	18.7	15.6	15	25	40	.16	0	37	0	0
105	2.07	30.9	16.7	28	20	48	.30	20	58	71	42
106	2.77	35.4	18.8	21	38	59	.37	8	36	38	14
107	3.77	39.0	20.1	29	31	60	.59	20	48	69	33
108	3.32	38.2	19.9	28	32	60	.54	19	47	68	32
109	3.37	36.0	18.9	28	29	57	.43	25	49	89	44
110	2.31	33.3	16.1	20	37	57	.23	19	35	95	33
111	1.67	27.9	15.8	19	28	47	.21	11	40	58	23
112	3.12	36.5	19.1	23	27	50	.43	0	46	0	0
113	2.45	32.3	17.0	24	21	45	.31	14	53	58	31
114	3.85	39.9	20.4	30	30	60	.57	25	50	83	42
115	3.18	35.3	18.8	26	33	59	.44	22	44	85	37
116	3.37	40.4	19.3	28	37	65	.52	19	43	68	29
117	2.57	37.3	18.8	25	35	60	.41	14	42	56	23
118	3.82	37.0	19.9	26	24	50	.50	9	52	35	18
119	3.45	37.0	19.4	25	35	60	.50	20	42	80	33
120	3.55	39.8	19.1	27	37	64	.49	24	42	89	37
121	2.26	38.8	17.0	24	36	60	.31	21	40	87	35
122	4.07	38.2	20.7	26	34	60	.53	20	43	77	33
123	1.81	29.5	15.1	17	29	46	.21	4	37	24	9
124	1.34	17.1	14.0	14	30	44	.18	12	32	86	27
125	1.36	25.9	14.4	22	26	48	.20	15	46	68	31
126	3.72	37.5	19.2	22	38	60	.42	4	37	18	7
127	3.77	38.9	19.1	24	37	61	.45	24	39	100	39
128	2.29	31.7	16.6	25	20	45	.30	8	56	32	18
129	2.03	32.9	16.6	20	37	57	.30	18	35	90	32
130	1.67	29.2	15.5	25	23	48	.24	16	52	64	33
131	3.19	37.3	19.4	25	32	57	.50	24	44	96	42
132	3.46	38.7	20.6	32	27	59	.57	29	54	91	49
133	4.42	39.5	19.7	26	27	53	.51	22	49	85	42
134	4.23	40.8	20.0	27	30	57	.49	13	47	48	23
135	3.83	38.3	19.5	23	39	62	.47	6	37	26	10
136	3.69	38.8	19.9	25	33	58	.51	23	43	92	40
137	4.00	41.6	21.1	34	26	60	.65	9	57	26	15
138	3.84	38.0	19.0	28	32	60	.48	28	47	100	47
139	1.74	28.5	16.5	25	19	44	.31	25	54	100	57
140	1.52	27.7	14.9	22	24	46	.21	20	48	91	43
141	2.16	32.0	16.5	23	25	48	.32	17	48	74	35
142	2.91	37.0	19.3	24	34	58	.47	11	41	46	19
143	3.63	37.8	19.0	27	27	54	.46	7	50	26	13
144	2.77	37.8	18.4	30	28	58	.47	27	52	90	47
145	3.00	34.9	18.7	22	35	57	.38	19	39	86	33
146	1.50	27.5	15.6	26	20	46	.28	16	57	62	35
147	3.07	36.9	19.0	25	34	59	.44	8	42	32	14
148	3.42	37.5	20.0	27	31	58	.55	26	47	96	45
149	3.21	39.0	19.5	27	33	60	.52	1	45	4	2
150	2.73	37.5	19.7	26	34	60	.44	4	43	15	7

**Cuadro 2.** Estadísticos descriptivos de la evaluación de las 11 variables de frutos y semillas de cedro (*C. odorata* L.).

Estadísticos	PF g.	LF (mm)	DF (mm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)	EPSV (%)
n	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150	150
Mínimo	1.34	17.1	14.0	13	19	38	.15	0	28	0	0
Máximo	5.49	44.8	21.1	34	41	65	.62	31	60	100	57
Rango	4.15	27.7	7.1	21	22	27	.47	31	32	100	57
Media	3.09	35.8	18.4	25	31	56	0.43	15	45	59	27
Desviación estándar	0.854	4.337	1.622	3.890	4.788	6.407	0.1	9.087	6.044	33.95	15.72
Coefficiente de variación	27.64	12.11	8.81	15.56	15.44	11.44	23.26	60.58	13.43	57.55	58.23

1. Peso del fruto (PF); 2. Longitud del fruto (LF); 3. Diámetro del fruto (DF); 4. Número de semillas desarrolladas por fruto (NSD); 5. Número de semillas malformadas por fruto (NSM); 6. Potencial de producción de semillas por fruto (PPS); 7. Peso de semillas desarrolladas por fruto (PSD); 8. Número de semillas germinadas por fruto (NSG); 9. Eficiencia de producción de semillas por fruto (EPS); 10. Eficiencia de germinación de semillas por fruto (EGS) y 11. Eficiencia de producción de semillas viables por fruto (EPSV).

**Cuadro 3.** Coeficientes de correlación lineal simple para las 11 variables de frutos y semillas de cedro (*C. odorata* L.).

Variable	PF (g)	LF (mm)	DF (mm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)
LF	0.831*									
DF	0.874*	0.892*								
NSD	0.601*	0.647*	0.664*							
NSM	0.229*	0.366*	0.352*	-0.152						
				NS						
PPS	0.551*	0.668*	0.668*	0.506*	0.687*					
PSD	0.850*	0.875*	0.931*	0.781*	0.207**	0.640*				
NSG	0.075	0.156 NS	0.134	0.338*	0.043	0.268*	0.212**			
					NS					
EPS	0.223*	0.188**	0.195**	0.755*	-0.751*	-0.117	0.364*	0.194**		
						NS				
EGS	-0.098	-0.015	-0.057	0.066	0.111	0.153	0.005	0.951*	-0.028	
	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS		NS	
EPSV	-0.028 NS	0.038 NS	0.010	0.261*	-0.084 NS	0.125	0.100 NS	0.982*	0.229	0.958*
						NS			*	

\* Significativo al nivel de 1 % de probabilidad \*\* Significativo al nivel de 5 % de probabilidad NS No significativo; 1. Peso del fruto (PF); 2. Longitud del fruto (LF); 3. Diámetro del fruto (DF); 4. Número de semillas desarrolladas por fruto (NSD); 5. Número de semillas malformadas por fruto (NSM); 6. Potencial de producción de semillas por fruto (PPS); 7. Peso de semillas desarrolladas por fruto (PSD); 8. Número de semillas germinadas por fruto (NSG); 9. Eficiencia de producción de semillas por fruto (EPS); 10. Eficiencia de germinación de semillas por fruto (EGS) y 11. Eficiencia de producción de semillas viables por fruto (EPSV).

**Potencial de producción de semillas.** El número de semillas desarrolladas y malformadas define su potencial para producir una determinada cantidad de semillas. Se encontró que su potencial

---

de producción promedio fue de 56 semillas por fruto, con un máximo de 65 y un mínimo de 38 semillas. El potencial de producción de semillas fue una de las características que presentó menor variabilidad. Su notable estabilidad posiblemente se deba al efecto de un fuerte control genético. El potencial de producción de semillas mostró una correlación positiva significativa con el peso y dimensiones de los frutos. Es decir, que la cantidad de semillas en los frutos aumenta o disminuye conforme se incrementa o reduce el peso y tamaño y del fruto.

**-Peso de las semillas desarrolladas y número de semillas germinadas por fruto.** Las semillas desarrolladas en cada fruto se pesaron en su conjunto conforme eran retiradas del fruto. Los resultados mostraron variaciones tanto en su número como en su peso. El análisis de correlación lineal evidenció la existencia de asociaciones positivas significativas entre el peso de las semillas y el peso y dimensiones de los frutos.

Las semillas desarrolladas se pusieron a germinar para conocer si estaban capacitadas para ello. Los resultados mostraron la existencia de una capacidad germinativa variable (60.58 %). En algunos casos todas germinaron y en otros ninguna semilla germinó.

El análisis de correlación lineal entre la capacidad germinativa de las semillas y su peso, mostró una asociación positiva significativa entre estas variables; las semillas mas pesadas germinan en mayor cantidad y viceversa. La capacidad de germinación de las semillas desarrolladas no mostró asociación con el peso y dimensiones de los frutos, lo que quiere decir que la pérdida o mantenimiento de la viabilidad es una característica cuyo comportamiento se asocia con otras variables no identificadas, posiblemente con la capacidad de las semillas para mantener un determinado porcentaje de humedad.

**-La eficiencia de producción de semillas** es el resultado porcentual de la combinación de dos variables (*el número de semillas desarrolladas y el número de semillas malformadas existentes en el fruto*). El valor de la eficiencia indica el éxito o el fracaso del fruto para producir determinada cantidad de semillas de buena calidad. Una eficiencia alta nos dice que el fruto contiene un elevado porcentaje de semillas que completaron favorablemente su crecimiento y desarrollo. Por el contrario, una eficiencia baja deja entrever la existencia de desórdenes ontogénicos y ambientales que terminan con el aborto de las semillas en alguna etapa de su formación.

**-La eficiencia de producción de semillas** encontrada en los frutos fue variable. El valor más alto fue de 60 %, y el más bajo fue de 28 % con un promedio de 45 %. La eficiencia de producción de semillas mostró una correlación positiva significativa con el peso y dimensiones de los frutos, así como con el número y peso de semillas desarrolladas y germinadas por fruto.

**-La eficiencia de germinación de semillas** es el resultado porcentual de la combinación de dos variables (*el número de semillas germinadas y el número de semillas que completaron su desarrollo normalmente*). Las semillas en algunos frutos presentaron una eficiencia de germinación del 100 %. Sin embargo, otras mostraron una eficiencia de 0 %. El promedio observado para esta variable fue de 59 %.

**-La eficiencia de producción de semillas viables** por fruto es el resultado porcentual de la combinación de dos variables (*el número de semillas germinadas y el potencial de producción de semillas*). Su valor indica el grado de calidad biológica de un fruto determinado. Frutos con baja eficiencia de producción de semillas viables, reflejan una serie de problemas probablemente asociados al efecto deletéreo de factores ambientales como temperaturas extremas, sequía, presencia de plagas y enfermedades, los cuales dañaron las semillas después de su formación. Por el contrario, frutos con alta eficiencia de producción de semillas viables son el resultado de un proceso biológico-ambiental equilibrado.

Los frutos presentaron importantes variaciones en su eficiencia de producción de semillas viables. El valor más alto fue de 57 % y el mínimo de 0 %, con un promedio de 27 %. Dicha eficiencia no mostró correlación alguna con el peso y dimensiones de los frutos, fluctuando de manera aleatoria por razones aun no identificadas.

**-Aplicación de los resultados.** Con estos resultados el silvicultor puede estimar la cantidad de frutos de cedro que se necesita coleccionar para producir un determinado número de plantas en los viveros forestales. Supongamos que es necesario producir 25 000 plantas de esta especie en un vivero forestal. ¿ Cuantos frutos de cedro se requieren para garantizar dicha cantidad de plántulas, sabiendo que dichos frutos portan por término medio 15 (+/-9) semillas capaces de germinar ?

Para responder esta pregunta se realizan los siguientes cálculos:

a) considerando el valor promedio de 15 semillas:

Si un fruto produce 15 semillas capaces de germinar,  
X número de frutos producirán 25 000 de semillas.

$$X = (25\ 000) (1) / 15 = 1666 \text{ frutos}$$

b) considerando el valor alto de  $15 + 9 = 24$  semillas:

Si un fruto produce 24 semillas capaces de germinar,  
X número de frutos producirán 25 000 de semillas.

$$X = (25\ 000) (1) / 24 = 1041 \text{ frutos}$$

c) considerando el valor bajo de  $15 - 9 = 6$  semillas:

Si un fruto produce 6 semillas capaces de germinar,  
X número de frutos producirán 25 000 de semillas.

$$X = (25\ 000) (1) / 6 = 4166 \text{ frutos}$$

De acuerdo con estos cálculos el número de frutos que se requiere coleccionar puede variar desde 1041 hasta 4166 para contar con unas 25 000 semillas viables de cedro. Si nos ajustamos al promedio observado se necesita coleccionar unos 1666 frutos.

## Conclusiones y recomendaciones

- Los resultados de este estudio son parciales y de carácter exploratorio. Los datos presentados contienen información relacionada con la producción de semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) en una parte de su área de distribución natural, por lo que deben de ser tomados en cuenta con las consideraciones y restricciones pertinentes al caso.
- El peso y las dimensiones de los frutos guardan correlaciones positivas significativas con la cantidad de semillas producidas. Los frutos de mayor peso y tamaño contienen mayor cantidad de semillas desarrolladas, por lo que este tipo de frutos tienen que ser recolectados para hacer acopio de la mayor cantidad de semillas capaces de germinar en un momento determinado.
- Conforme aumenta el peso de las semillas su capacidad germinativa se incrementa y viceversa. Las semillas más pesadas se encuentran en los frutos de mayores dimensiones los cuales son los de mejor calidad biológicamente hablando.
- En virtud de que el cedro presenta una distribución geográfica amplia, se requiere conocer el comportamiento de la producción de semillas en diversas localidades y determinar la magnitud y tipo de variación que acompaña a este proceso bajo condiciones naturales al nivel de procedencias y de individuos dentro de procedencias.

## Literatura citada

- BRAMLETT, D. L. 1974. Seed potential and seed efficiency. *In*: Seed Yield from Southern Pine Seed Orchards Colloquium Proceedings. John Kraus (Ed.). Ga. For. Res. Counc. Macon, Ga. p.p. 1-7.
- \_\_\_\_\_. 1979. Efficiency of seed production in southern pine seed orchards. Proceedings of the Thirteenth Lake States Forest Tree Improvement Conference. North Central Forest Experiment Station. USDA Forest Service. General Technical Report NC-50: 17-24.
- \_\_\_\_\_, E. W. BELCHER, JR. G. L. DEBARR, G. D. HERTEL, R. KARRFALT, C. W. LANTZ, T. MILLER, K. D. WARE, Y H. O. YATES III. 1977. Cone analysis of southern pines- a guidebook. For. Exp. Stn. Asheville, N. C. and Southeast. Area S & PF, Atlanta, Ga. USDA Forest Service. General Technical Report SE-13, Southeast. 28 p.
- KARRFALT, R. P. Y E. W. BELCHER, JR. 1977. Evaluation of seed production by cone analysis. 24 th Northeast. For. Tree Improv. Conf. Proc. pp. 84-89.
- LYONS, L. A. 1956. The seed production capacity and efficiency of red pine cones (*Pinus resinosa*). Canadian Journal of Botany. 34: 27-36.
- MÉNDEZ, G. y TRUJILLO, E. 1994. Rendimiento de frutos y semilla de especies forestales. CATIE. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. N°9: 9-10.
- NAIR, P. K. R. 1993. An introduction to Agroforestry. Kluwer Academic Publishers in Cooperation with International Centre for Research in Agroforestry. 499 p.
- NIEMBRO ROCAS, A. 1986. Arboles y arbustos útiles de México, México. Limusa.206 p.

- 
- \_\_\_\_\_. 1995 Producción de semillas de caoba "*Swietenia macrophylla* King" bajo condiciones naturales en Campeche, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. México. (No publicado).
- PENNINGTON, T. D. y SARUKHAN, J. 1968. Árboles tropicales de México, México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. FAO. 413 p.
- PÉREZ OLVERA, C. DE LA P.; CARMONA, T. F V. y ROGEL G., M. DE LOS A. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. (México) N°. 63. 276 .
- S A R H, 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche. Subsecretaría Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Publicación Especial (México) N° 56. 92 p.
- VÁZQUEZ SOTO, J. 1981. Clasificación de las masas forestales de Campeche. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For (México). N°. 10 (Segunda Edición). 30 p.
- Von CARLOWITZ, P. G. 1991. Multipurpose trees and shrubs. Sources of seeds and inoculants. International Council for Research in Agroforestry, Kenya. 328 p.
- WEBB, D. B.; WOOD, P. J. y SMITH, J. 1980. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Department of Forestry. Commonwealth Forestry Institute. Tropical Forestry Papers. N°. 15. p.p. 266-267.
- WILLAN, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. DANIDA. FAO. Estudio FAO Montes 20/2. 502 p.

## **Agradecimientos**

Al Ing. Angel Rodríguez y Pacheco y al Sr. Efrén Sierra L, Campo Experimental "China". Al Ing. Jorge A. Huchín Chablé, Laboratorio de Semillas por su apoyo para la realización del presente estudio.

---

## Producción y rendimiento de semilla de diez especies tropicales en América Central.

Luis F. Jara\*; Miguel A. Valle\*\*

Se presentan resultados preliminares sobre la producción y rendimientos de semilla de diez especies forestales: *Eucalyptus camaldulensis*, *E. citriodora*, *E. deglupta*, *Tectona grandis*, *Leucaena leucocephala*, *Swietenia humilis*, *S. macrophylla*, *Alnus acuminata*, *Gliricidia sepium* y *Cordia alliodora*. Las semillas se recolectaron de plantaciones para las primeras siete especies y las restantes de bosques naturales en El Salvador, Costa Rica y Guatemala. El trabajo se realizó en dos etapas: a) de cinco árboles escogidos al azar y b) de una recolección general realizada por propietarios durante tres días. A todas las semillas se les hizo el análisis de calidad física en el laboratorio del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales del CATIE en Costa Rica. Se obtuvo información sobre producción (kg de frutos/árbol, kg de semillas/árbol, kg de semilla/ha), rendimientos de recolección y procesamiento (kg de frutos/h/d, kg de semillas/h/d). Los análisis de calidad física se basan en las normas de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas. Los resultados son preliminares basados en la cosecha de 1994-1995, y serán complementados con más muestreos de los mismos árboles durante los próximos tres años.

### Introducción

El Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR) del CATIE tiene como objetivo general el mejoramiento de la calidad física y genética de las semillas forestales que se utilizan en los programas de reforestación en América Central y República Dominicana. Una de las estrategias para cumplir este objetivo, es la promoción de grupos o asociaciones de productores de semillas forestales del sector privado principalmente, para que se organicen e incorporen al proceso de mejoramiento y comercialización de este insumo en la región.

El PROSEFOR ha ofrecido seminarios informativos y de preparación para la conformación de estos grupos, de los cuales han surgido dudas sobre la bondad técnica y económica para tomar la decisión de incorporarse al proceso de comercialización de las semillas. Algunas de estas incógnitas están relacionadas al desconocimiento tanto de los productores como del PROSEFOR sobre la producción de semillas por individuo o por unidad de área, sobre los rendimientos y costos de recolección y procesamiento, y sobre los precios de venta del producto.

El PROSEFOR consideró relevante llevar a cabo un estudio indicativo para determinar la producción de frutos y semillas y los rendimientos de recolección y procesamiento de las especies prioritarias en América Central. Así, satisface en gran medida las solicitudes de los productores y contribuirá al conocimiento sobre estos aspectos, que son muy pocos para el caso de las especies forestales tropicales.

---

\* Asistente Técnico Prosefor, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\* Técnico del Servicio Forestal, El Salvador



Este estudio indicativo es de carácter exploratorio y sus resultados son preliminares y de avance, ya que se cuenta con información de un sólo año. El proyecto pretende continuar el muestreo de los árboles por tres años más y de esta forma obtener información más confiable y determinar las fluctuaciones anuales.

El objetivo general es determinar la producción y los rendimientos de recolección y procesamiento de semillas de especies forestales tropicales prioritarias de América Central. Los objetivos específicos son:

Determinar la producción de semillas y estimar los rendimientos de recolección y procesamiento de semillas de diez especies forestales tropicales de fuentes semilleras seleccionadas en El Salvador, Guatemala y Costa Rica. Establecer las relaciones entre fruto húmedo y semilla seca y limpia después del procesamiento para diez especies forestales en El Salvador, Guatemala y Costa Rica. Estudiar la calidad física de las semillas de las fuentes seleccionadas.

## Metodología

**Selección de especies.** Las diez especies escogidas se encuentran dentro de un listado de treinta especies prioritarias, seleccionadas bajo el criterio de mayor demanda de semillas en América Central y República Dominicana (Cuadro 1).

**Cuadro 1.** Lista de especies forestales y localización geográfica de los sitios.

Nombre		Sitio	País	Municipio/ Cantón	Depto. provincia
Científico	Común				
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalipto	-Hacienda Sta. Bárbara	El Salvador	Olocuilta	La Paz
<i>E. citriodora</i>	Eucalipto	-Hacienda El Sunza	El Salvador	Izalco	Sonsonate
<i>E. camaldulensis</i>	Eucalipto	-Hacienda Tihuilocoyo	El Salvador	Santiago	La Paz
<i>T. grandis</i>	Teca	-Hacienda Talcualhuya	El Salvador	San Juan Opico	La Libertad
<i>T. grandis</i>	Teca	-Hacienda Santa Teresa	El Salvador	Armenia	Sonsonate
<i>E. deglupta</i>	Eucalipto	-Charrara	Costa Rica	Paraíso	Cartago
<i>Alnus acuminata</i>	Jaúl	-Prusia	Costa Rica	Oreamonos	Cartago
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	-Sardinal	Costa Rica	Puntarenas	Puntarenas
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	-Nicoya	Costa Rica	Nicoya	Guanacaste
<i>Cordia alliodora</i>	Laurel	-Bribri	Costa Rica	Talamanca	Limón
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	-Santa Cruz	Costa Rica	Tamarindo	Guanacaste
<i>S. humilis</i>	Caoba	-Las Camelias	Guatemala	Río Bravo	Suchitepéquez

**Sitios de recolección.** Se tomaron muestras en doce sitios: en El Salvador(5), Guatemala (1) y Costa Rica (6). Para *E. citriodora* y *T. grandis* se muestrearon dos rodales de cada especie, en diferentes condiciones ambientales en El Salvador. Ocho sitios se encuentran ubicados en la franja baja tropical, tres en la media y uno en la alta. Siete sitios se localizan en terrenos planos mientras cinco están en pendientes moderadas (Cuadro 2).

**Cuadro 2.** Características climáticas y geográficas de los sitios.

Sitio/especie	Zona de vida	Altitud (msnm)	Longitud (E)	Latitud (N)	Precip. (mm/a)	Temp. M.A. (°C)	Pendiente (%)	Fisiografía
Santa Bárbara <i>E. citriodora</i>	bh-T	380	89° 07'	13° 33'	1969	26.5	5.5	Colina baja
El Sunza <i>E. citriodora</i>	bh-PM	600	89° 34'	13° 45'	2274	24.2	30	Colina media
Tihuilocoyo <i>E. camaldulensis</i>	bh-T	20	88° 58'	13° 27'	1727	26.8	2	Llano
Talcualhuya <i>T. grandis</i>	bh-ST (F)	400	89°20'	13°56'	1753	23.8	5	Llano
Santa Teresa <i>T. grandis</i>	bh-ST (F)	470	89°28'	13°46'	1672	23.8	30-40	Colina media
Charrara <i>E. deglupta</i>	bh-PM	970	83° 48'	09° 49'	1926	21.0	1	Llano
Prusia <i>A. acuminata</i>	bh-MB	2650	83° 53'	09° 58'	1516	15.1	45	Colina alta
Sardinal <i>S. macrophylla</i>	bh-T	70	84° 50'	10° 07'	2274	24.0	5	Llano
Nicoya <i>L. leucocephala</i>	bmh-T	160	85°27'	10°09'	2232	26.0	0-1	Llano
Bribri <i>C. alliodora</i>	bmh-T	60	82°54'	09°33'	2771	26	30	Colina alta
Santa Cruz <i>G. sepium</i>	bh-T	10	85°51'	10°18'	1882	27.5	0-15	Llano
Las Camelias <i>S. humilis</i>	bmh-ST	100	91°20'	14°23'	2016	27.5	5	Llano

**Tipos de Rodales.** En el Cuadro 3 se describen los tipos de rodales en donde se realizaron los muestreos y las principales características de los mismos. Ocho de los rodales corresponden a plantaciones artificiales y cuatro a otras formas (cerco vivo, sombra de cacao y árboles dispersos). Los rodales escogidos son maduros y capaces de fructificar y producir semilla. Algunos de ellos, han sido sometidos a aclareos para su mejoramiento fenotípico. La densidad varía de acuerdo a la frecuencia de aclareos. Se incluye el tipo de fuente semillera, de acuerdo a la clasificación propuesta por el PROSEFOR (Mesén 1994); siete de los sitios se clasifican en la categoría inferior Fuente

Identificada (FI), cuatro en la siguiente categoría superior Fuente Seleccionada (FS) y una sola como Rodal Semillero (RS). Esto indica la calidad del material reproductivo que se utiliza en Centro América.

**Cuadro 3.** Descripción general de las fuentes semilleras estudiadas.

Sitio/especie	Características							
	Tipo de rodal	Edad (años)	Area total (ha)	Densidad (a/ha)	Altura prom. (m)	DAP prom. (cm)	Raleos (N°)	Clasif. Fuente ***
Santa Bárbara/ <i>E. citriodor</i>	Plantación	17	0.5	270	25.0	23.5	3	R. S.
El Sunza/ <i>E. citriodora</i>	Plantación	14	2.5	240	19.9	23.2	2	F. S.
Tihuilocoyo/ <i>E. camaldulensis</i>	Plantación	10	2.0	390	24.0	26.8	2	F. S.
Talcualhuya/ <i>T. grandis</i>	Plantación	15	4.6	240	20.0	25.2	2	F.S
Santa Teresa/ <i>T. grandis</i>	Plantación	19	2.5	590	21.0	32.5	1	F.S.
Charrara/ <i>E. deglupta</i>	Plantación	—	1.0	480	34.0	62.8	1	F. I.
Prusia/ <i>A. acuminata</i>	Plantación	—	0.5	1111	33.4	34.8	0	F. I.
Sardinal/ <i>S. macrophylla</i>	Arboles dispersos	—	—	8-10	19.6	74.0	0	F. I.
Nicoya/ <i>L. leucocephala</i>	Cerco vivo	13	200 m	3	10.8	29.4	0	F.I.
Bribri/ <i>C. alliodora</i>	Agrosilvo-pastoril	—	200 (?)	77	28.4	43.4	0	F.I.
Santa Cruz/ <i>G. sepium</i>	Natural	15	5.0	210	10.0	7.0	0	F.I.
Las Camelias/ <i>S. humilis</i>	Plantacio	45	0.5	Dispersos	—	—	0	F.I.

**Producción de frutos y semillas.** Dentro de cada rodal escogido, se procedió a tomar la información general sobre el sitio y sobre el rodal en los formularios especiales (Anexo 1).

Se levantó una o dos parcelas de 1.000 m<sup>2</sup>, dependiendo de la variabilidad del terreno, con el fin de determinar los siguientes parámetros:

- Calificación de árboles por categoría 1, 2 ó 3 según PROSEFOR (Mesén 1994).
- Árboles susceptibles de ser escalados por operarios.
- Número total de árboles (densidad por unidad de área).

En una de las parcelas se seleccionaron cinco árboles maduros, dominantes, vigorosos, con abundante cantidad de frutos y semillas maduras y procurando que fueran de la misma altura y diámetro. A cada árbol se le tomó la información en el formulario (Anexo 2) que se refiere a:

- Altura total (m) tomado con Haga.
- Diámetro a la altura del pecho DAP (cm) tomado con cinta diamétrica.
- Diámetro de copa (m) proyección sobre el suelo en sentido N-S y E-O.

El escalador utilizó, manilas solamente para (El Salvador) y manilas y espuelas en (Costa Rica), para el ascenso al árbol y una tijera podadora de extensión para cortar las ramas y/o frutos de la copa. Sobre la base del árbol se extendió un plástico negro para obtener las ramas con los frutos cortados por el escalador. Se cortaron los frutos maduros y en proceso de maduración; se retiraron hojas, ramas gruesas y delgadas.

Se recolectaron los frutos y/o semillas accesibles al escalador de cada árbol en forma individual y en el campo se pesó en balanza con aproximación al 0.1 kg. Para el proceso de secado los frutos y/o semillas fueron transportados en sacos de lona al Banco de Semillas del Servicio Forestal de El Salvador, Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) de Guatemala y al Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del CATIE en Costa Rica. En la mayoría de los casos, se dejó entre un 20 a un 25% de frutos en el árbol con el fin de garantizar su recuperación.

Las semillas fueron secadas al ambiente y a pleno sol y otras bajo sombra (Caoba). Después de separar los frutos y la basura de la semilla, se pesó la semilla limpia y seca en balanza de precisión con aproximación al 0.01 kg. Se tomó una muestra al azar de 50g, para las especies de semilla pequeña (*Eucalyptus*, *Alnus*, *Leucaena*, *Cordia* y *Gliricidia*) y de 400g de Caoba y se llevó al laboratorio del BLSF del CATIE para someterla a las pruebas rutinarias de calidad física de acuerdo a las normas del ISTA (1993), tales como:

- Contenido de humedad (%).
- Pureza (%).
- Número de semillas puras por kg.
- Germinación (%).
- Número de semillas viables por kg.
- Energía germinativa (d).

El trabajo de gabinete para esta sección del estudio, se dedicó a calcular lo siguiente: 1) Producción de frutos por árbol.; 2) área de proyección de la copa; 3) cálculo del coeficiente de variación (%) para cada variable; 5) producción de semillas limpias y secas por árbol; 6) relación de peso fruto/semilla seca y limpia.

### **Rendimiento de recolección y procesamiento.**

Dentro de la misma parcela descrita en la sección anterior, para el caso de El Salvador se contrató un equipo de dos operarios de la región, con algún grado de destreza en escalamiento de árboles, para que realizara la recolección de frutos/semillas. Al final de la jornada normal de trabajo, se pesó con balanza con aproximación a 0.1 kg todos los frutos/semillas recolectados de todos los árboles en conjunto, libres de ramas y hojas, y se tomaron los registros para cada árbol en los formularios (Anexo 2). Esta tarea se repitió durante tres días consecutivos, con los mismos operarios

y siempre dentro de la parcela delimitada. En Guatemala y Costa Rica se emplearon dos operarios del BANSEFOR y BLSF respectivamente para este mismo proceso.

Una vez pesados los frutos en el campo, se llevaron al casco de la finca o hacienda en El Salvador y al BANSEFOR y al BLSF en Guatemala y Costa Rica respectivamente, para el secado. Los frutos obtenidos de cada día se mantuvieron separados para este proceso. En los dos casos se secaron los frutos al ambiente a pleno sol para los Eucaliptos y demás especies, y a la sombra para el Jaúl y la Caoba. Se registró el tiempo que tomó un operario para el secado y limpieza manual diariamente. Al final del procesamiento (de 4 a 9 días), se pesó la semilla seca y limpia, se totalizó el tiempo del operario y se llevó la semilla al respectivo Banco para su almacenamiento.

Se tomó una muestra de 50 g de semilla de Eucaliptos y Jaúl, y 400 g de Caoba y se llevó al BLSF del CATIE para determinación de calidad física, de igual forma que en la fase anterior. Se complementó la información realizando los siguientes cálculos:

- Rendimiento de recolección de frutos/semilla (kg/h/d).
- Rendimiento de procesamiento de semilla (kg/h/d).
- Calidad de semilla procesada en casco de la hacienda en El Salvador.

### Resultados preliminares

**Producción de semillas.** Como muestra un ejemplo sobre la forma como se obtuvo la información y su procesamiento para cada sitio de muestreo, se presenta el resultado de producción de frutos y semilla seca y limpia de *E. citriodora* de la fuente semillera Hda. El Sunza en El Salvador (Cuadro 4). Se incluye información sobre la dispersión con relación a la media en los resultados, mediante el coeficiente de variación (C.V. %) para las variables evaluadas. La relación del peso de fruto verde a semilla limpia y seca, se aproximó al número entero por exceso o defecto.

Para obtener un kg de semilla seca y limpia de *E. citriodora*, se requiere recolectar 30 kg de frutos verdes, bajo las condiciones ambientales de el sitio, Hda. El Sunza en El Salvador.

**Cuadro 4.** Producción de semilla de *E. citriodora* de la Hda. El Sunza, Sonsonate, El Salvador.

Arbol Nº	DAP (cm)	Altura Total (m)	Diámetro copa		Peso frutos (kg)	Peso semillas (kg)	Relación fruto/semilla (kg)
			N-S (m)	E-O (m)			
1	28.1	21.0	7.0	6.0	21.7	0.59	37:1
2	20.4	19.5	3.5	4.0	23.8	0.74	32:1
3	19.6	15.5	4.5	4.0	18.5	0.65	29:1
4	24.5	20.0	5.5	8.0	18.0	0.62	29:1
5	20.8	18.0	5.6	5.0	22.3	0.80	28:1
Promedio	22.7	18.8	5.2	5.40	20.9	0.68	31:1

---

Se presenta un resumen de los resultados de producción de frutos y semilla para todas las semillas incluidas en el estudio (Cuadro 5). Se ofrece información sobre las características de los árboles de donde se obtuvo el material y el coeficiente de variación (CV %) para cada una de las variables. Además, se muestra la relación entre peso de fruto verde y semilla seca y limpia.

A pesar de haber seleccionado árboles relativamente semejantes en tamaño, con coeficientes de variación bajos, el área de copa y la producción de frutos y semillas, tienen en la mayoría de los casos un alto grado de variación entre árboles de la misma especie y en el mismo sitio (Cuadro 5). Esto se manifiesta de igual forma tanto en plantaciones coetáneas como en bosque natural.

Dentro del grupo de los eucaliptos, *E. citriodora* presentó menor variación tanto en su tamaño como en la producción en los dos sitios muestreados; mientras que *E. camaldulensis* y *E. deglupta* presentaron altos índices de variación entre árboles de plantación coetánea. Para obtener un kg de semilla seca y limpia de *E. citriodora* se deben recolectar aproximadamente 30 kg de frutos verdes. Se calcula para las otras especies que: para un kg de semilla seca y limpia de *E. deglupta*, se requieren 41 kg de semilla de frutos verdes y húmedos. Los resultados de producción para esta última especie (0.7 kg/a) son similares con los reportados por Salazar y Boshier (1989) que están entre 0.1 y 0.7 kg/árbol/año. Para *E. camaldulensis*, el mismo autor muestra una producción de 0.1 a 0.5 kg/árbol, inferior a lo encontrado en este estudio.

En el *Eucalyptus grandis*, Filho y Kageyama (1984) reportan en Áreas de Producción Semilleras (APS) en Brasil, una producción que varía entre 0.42 y 0.67 kg/árbol durante seis años consecutivos y con una relación de fruto a semilla limpia y seca de 14.5 a 1.0.

La semilla de teca (*Tectona grandis*), que se recolectó del árbol, casi no contiene humedad: esto hace que la relación fruto/semilla sea muy cercana a 1. Esta especie tuvo moderada variación entre árboles de la misma edad en relación con la producción de frutos y semillas. Se presentaron variaciones entre los dos sitios debido a la densidad y edad de los rodales. Aparentemente, a mayor edad y densidad, mayor producción. El rodal de Talcualhuya fue raleado tardíamente y en Santa Teresa sólo se ha realizado un raleo. Sin embargo, la producción lograda es ligeramente superior a las reportadas por Salazar y Boshier (1989) y Chávez y Quesada (1993) de 2.0 y 1.5 kg/árbol/año respectivamente.

El jaúl o aliso (*Alnus acuminata*) fue la especie con mayor coeficiente de variación entre árboles en la producción de frutos y semillas. Se requieren 20 kg de frutos para obtener un kg de semilla limpia y seca, o en otras palabras un árbol puede producir solamente 0.5 kg de semilla. Murillo *et al* (1993) realizaron una estimación de producción de semilla de un rodal semillero de jaúl y lograron obtener 0.25 kg de semilla completa por árbol, considerando árboles dominantes y fértiles.

Las caobas (*S. macrophylla* y *S. humilis*), el laurel (*Cordia alliodora*), leucaena (*Leucaena leucocephala*) y el madero negro (*Gliricidia sepium*) presentaron variación moderada en la producción de semillas.

**Cuadro 5.** Producción de semillas y frutos por árbol de 10 especies forestales tropicales en América Central.

Sitio/especie	DAP (cm)	Altura total (m)	Area de copa (m <sup>2</sup> )	Peso Frutos/árbol (kg)	Peso semillas/árbol (kg)	Relación fruto/semilla (kg)
El Sunza (ES)	22.7	18.8	23.3	20.9	0.7	31.1
<i>E. citriodora</i>	14.1	10.2	42.4	10.8	11.5	10.7
Santa Bárbara (ES)	24.5	18.8	35.2	17.6	0.7	26.1
<i>E. citriodora</i>	11.3	6.3	19.0	27.0	20.9	12.4
Tihuilocoyo (ES)	34.3	28.0	48.3	18.5	1.7	10.1
<i>E. camaldulensis</i>	6.7	14.4	26.3	64.6	47.9	27.0
Talcualhuya (ES)	25.1	20.0	28.7	2.2	1.8	12.1
<i>T. grandis</i>	10.2	8.4	16.6	26.4	32.0	9.9
Santa Teresa (ES)	35.5	21.0	34.2	5.1	4.2	12.1
<i>T. grandis</i>	5.3	7.2	10.4	24.7	25.1	2.2
Charrara (CR)	48.4	34.0	113.1	25.5	0.7	41.1
<i>E. deglupta</i>	11.7	10.2	39.5	48.5	52.9	37.0
Prusia (CR)	62.8	33.4	64.5	10.0	0.5	20.1
<i>A. acuminata</i>	6.8	12.1	40.3	92.3	98.7	32.6
Sardinal (CR)	29.4	19.4	247.5	138.3	4.2	37.1
<i>S. macrophylla</i>	8.6	15.2	—	24.5	53.1	25.0
Nicoya (CR)	29.4	10.8	105.1	7.9	3.4	2.3
<i>L. leucocephala</i>	8.6	11.6	26.1	32.0	32.5	10.2
Bribri (CR)	45.3	31.8	156.4	9.8	1.3	8.1
<i>C. alliodora</i>	15.2	11.1	40.9	46.7	53.4	36.0
Santa Cruz (CR)	10.0	7.0	33.9	5.0	0.2	35.1
<i>G. sepium</i>	22.0	13.3	29.5	43.9	62.0	44.8
Las Camelias (G)	—	—	—	51.0	2.2	23.1
<i>S. humilis</i>				34.0	59.3	—

Los árboles de caoba procedentes de la región húmeda producen mayor cantidad de frutos y semillas que la *S. humilis* de la región seca. La producción de semilla por árbol de *Leucaena leucocephala* encontrada fue de 3.4 kg/árbol, superior a la mencionada por Salazar y Boshier (1989) de tan solo 0.1 a 0.4 kg/árbol/año y por CATIE (1991b) de 0.5 a 1.5 kg/árbol de semilla limpia.

El madero negro (*G. sepium*) presenta una producción media de tan sólo 0.2 kg/árbol de semilla, cifra similar a la reportada por Salazar y Boshier (1989) y por CATIE (1991a). Sumberg citado por CATIE (1991a) reporta rendimientos de 0.01 kg/árbol en un huerto semillero en Ibadan, Nigeria, con una densidad de 2500 arb/ha, a partir de árboles establecidos por estacas de 1.5m.

Para *Cordia alliodora* se obtuvo una producción de 1.3 kg/árbol, dentro de los rangos reportados por Salazar y Boshier (1989) entre 0.3 y 2.0 kg/árbol/año.

Las variaciones presentadas se deben a factores tales como: posición del árbol en el bosque, cantidad de luz recibida en la copa, área de copa, aislamiento, madurez de los frutos, cosechas anteriores, calidad de los frutos, época de cosecha y estado fisiológico de cada árbol. Sin embargo, estas cifras pueden dar una idea de lo que un árbol de una especie puede producir bajo ciertas condiciones ambientales, a una edad determinada y con ciertas prácticas de manejo silvicultural.

**Rendimientos de recolección.** En los Anexos 3, 4, 5, 6 y 7 se presentan los resultados de recolección diaria y de mano de obra empleada para la recolección de frutos de *E. citriodora*, *E. camaldulensis* y *T. grandis*, en cinco fuentes semilleras en El Salvador. Incluye las características de los árboles de donde se obtuvieron los frutos, el número de operarios (equipos de dos escaladores) que laboraron y las horas por día empleadas en la faena.

Los operarios fueron del mismo sitio y son conocedores de los árboles de eucaliptos y teca. Durante los tres días de muestreo, se les asesoró en la utilización del equipo mínimo de ascenso y en las medidas de seguridad. Los rendimientos varían relativamente, en la medida de la jornada de trabajo y el tamaño de los árboles escogidos para recolección. En la Hda. El Sunza laboraron dos equipos de dos operarios mientras que en los otros sólo uno. Se notó diferencias marcadas de las jornadas de trabajo en cada región. Los rendimientos de recolección de frutos y la jornada de trabajo para *E. citriodora* fueron similares entre los dos sitios (22 kg/h/d y 6.3 hr/d), mientras que el rendimiento en la semilla fue relativamente diferente. Lo anterior quiere decir, en términos prácticos, que para recolectar un kg de semilla seca y limpia se necesita de 2.5 jornales (Cuadro 6).

Para *E. camaldulensis* el rendimiento es mucho mayor por el tamaño del fruto (más grande y pesado que el de *E. citriodora*), lográndose que un hombre recolecte un poco más de un kg de semilla seca y limpia por día (1.23 kg/h/d). En otras palabras, para recolectar un kg de semilla seca y limpia se requiere de un poco menos de un jornal.

Se observan diferencias en los rendimientos en las dos plantaciones de teca debido principalmente a la mayor jornada de trabajo y edad de la plantación en Santa Teresa. Un hombre puede recolectar 3.1 kg de frutos ó 2.8 kg de semilla seca por día.

**Cuadro 6. Rendimiento en la recolección de frutos para tres especies en El Salvador.**

Sitio Haciendas	Especie	Producción Total (kg)		Rendimiento en recolección		
		Frutos	Semilla	Frutos (kg/h/d)	Semilla (kg/h/d)	Jornada (hr/d)
Santa Bárbara	<i>E. citriodora</i>	135.0	2.61	22.5	0.43	6.5
ElSunza	<i>E. citriodora</i>	257.4	5.28	21.5	0.37	6.1
Tihuilocoyo	<i>E. camaldulensis</i>	55.2	6.3	6.5	1.23	4.0
Talcualhuya	<i>T. grandis</i>	18.8	17.0	3.1	2.80	6.0
Santa Teresa	<i>T. grandis</i>	27.7	23.9	4.6	4.00	6.7



Los resultados de rendimientos para las seis especies en Costa Rica, se muestran Anexos 8, 9, 10, 11, 12 y 13. Igualmente se describen las características de los árboles de donde se obtuvo la semilla y demás información similar a la de El Salvador. Para *S. humilis* de Guatemala no fue posible calcular el rendimiento de recolección.

La mano de obra utilizada para estas especies fue de carácter especializada, ya que fueron los operarios del BLSF del CATIE. Esto implica supuestamente un mayor rendimiento, mejor utilización de los equipos de ascenso y de aplicación de las medidas de seguridad. Para las seis especies, el equipo de recolección no logró obtener semilla de más de dos árboles por día, ya que debido a su desplazamiento diario desde el CATIE hasta el rodal, se redujo sustancialmente la jornada de trabajo.

Los árboles escogidos para este propósito fueron relativamente del mismo tamaño, sin embargo se encontró una alta variabilidad en la recolección diaria de frutos y semillas. El Cuadro 7 resume los resultados de los rendimientos de mano de obra en recolección en frutos y semillas de las especies *E. deglupta*, *A. acuminata*, *S. macrophylla*, *L. leucocephala*, *C. alliodora* y *G. sepium*. Se encuentran diferencias marcadas entre las especies debido principalmente al tamaño de los frutos y de los árboles.

En *E. deglupta* se presentó la jornada de trabajo de 3.3 h/d, obteniéndose un rendimiento de 12.7 kg/h/d de frutos y 0.32 kg/h/d de semilla seca y limpia. Esto quiere decir, que para recolectar un kg de semilla seca y limpia de esta especie se requieren un poco más de tres jornales de operario calificado, desplazándose desde el CATIE por un tiempo de 2 hs (ida y regreso).

Para el Jaúl y la Caoba las jornadas de trabajo fueron similares y aún menores que para *E. deglupta*. Aparte de la distancia de los rodales, se presentaron lluvias en el sitio de Prussia para la especie de Jaúl. Para esta especie se obtuvo solamente 5.0 kg/h/d de frutos que produjeron 0.24 kg de semilla seca y limpia. En otras palabras, se requiere de un poco más de cuatro jornales para obtener un kg de semilla de Jaúl.

El caso de la Caoba, por su tamaño y facilidad de recolección rinde aparentemente más; se obtuvo casi 72 kg/h/d de frutos recolectados que correspondieron a 2.45 kg/h/d de semilla seca y pura. Esto equivale a decir, que un jornal puede recolectar un poco mas de medio kg de semilla pura por día.

**Cuadro 7.- Rendimientos en la recolección para seis especies en Costa Rica.**

Sitio	Especie	Producción		Rendimiento en		
		Total		Recolección		
		Frutos (kg)	Semilla (kg)	Frutos (k/h/d)	Semilla (kg/h/d)	Jornada (h/d)
Charrara	<i>E. deglupta</i>	70.3	1.82	12.7	0.32	3.3
Prusia	<i>A. acuminata</i>	38.7	1.91	5.0	0.24	1.7
Sardinal	<i>S. macrophylla</i>	718.0	24.5	71.8	2.45	3.3
Nicoya	<i>L. leucocephala</i>	39.5	17.0	6.6	2.8	3.5
Bribri	<i>C. alliodora</i>	97.9	13.0	8.2	1.1	3.1
Santa Cruz	<i>G. sepium</i>	50.0	1.8	16.7	0.6	3.5

Para leucaena, se recolectó entre un 75 y 80% de la semilla de los árboles. Se obtuvo una producción total de 39.5 kg de frutos en dos días, para un rendimiento de 6.6 kg/h/d de frutos, que corresponden a 2.8 kg/h/d de semilla limpia y seca. La jornada de trabajo fue de 3.5 h/d, similar a la registrada en Santa Cruz para la especie *Gliricidia sepium*. Para esta especie se recolectó un total de 50 kg de frutos, equivalentes a 1.8 kg de semilla seca y limpia de 10 árboles y un rendimiento de 16.7 kg/h/d de fruto y 0.6 kg/h/d de semilla limpia y seca. Durante el proceso se notó un fuerte ataque de un barrenador, el cual fue identificado por el Proyecto Manejo Integrado de Plagas (MIP) del CATIE como *Acanthoscelides cf puellus* de la familia Bruchidae, orden Coleoptera. Este insecto coloca sus huevos dentro de la semilla y sus larvas destruyen el embrión.

Los rendimientos del laurel son bajos comparativamente con otras especies nativas, debido al tamaño de su semilla, árboles muy grandes y al tiempo requerido para seleccionar los individuos con mayor cantidad de semilla madura. De un total de casi 100 kg de frutos obtenidos de 10 árboles, se lograron rendimientos de recolección de 8.2 kg/h/d de frutos y de 1.1 kg/h/d de semilla limpia y seca. En Colombia, utilizando espuelas para el ascenso de árboles de laurel, corta con podadora de extensión y captación de material en lona sobre el suelo, se obtuvieron rendimientos de hasta 4 kg/hr (Cortés 1988).

**Rendimientos de procesamiento.** Este proceso fue sencillo y simple; no demanda mucha mano de obra pero sí cuidado y presencia en los cambios bruscos de clima. Para las especies de El Salvador, el procesamiento se evaluó de los frutos recolectados por los operarios de cada hacienda y realizado allí mismo. Para los frutos recolectados en los rodales de Costa Rica, se tomó los obtenidos por los funcionarios del BLSF y procesados allí mismo. En Guatemala no se efectuaron estos cálculos.

El Cuadro 8 resume de mano de obra utilizada para el secado y limpieza de la semilla de las nueve especies forestales. Los rendimientos no varían demasiado, pero se nota un mayor consumo de mano de obra en especies con semillas más pequeñas, como en *E. deglupta*, *A. acuminata*, *C. alliodora*, *L. leucocephala* y *G. sepium*. La cantidad de frutos procesados son cifras indicadoras y no absolutas, ya que dependen de muchas variables del sitio y del tipo de semilla.

El rendimiento está más en función del tiempo de secado que del tiempo de mano de obra utilizada para mover y voltear los frutos. A su vez el tiempo de secado depende de las condiciones ambientales en donde seque la semilla. En general tomó más tiempo de secado las especies de Costa Rica que las de El Salvador, debido a la alta humedad relativa en CATIE, Turrialba donde se encuentra ubicado el BLSF (Cuadro 8).

Para la teca, existe un reporte de rendimiento para la extracción del endocarpio de semilla del suelo de 8 kg/h/d sin contar el proceso de secado (Chaves y Quesada 1993).

**Calidad física de las semillas.** La calidad física de las semillas recolectadas fue determinada por el Laboratorio de Semillas Forestales del BLSF del CATIE en Costa Rica. Las pruebas se realizaron teniendo en cuenta las normas y estándares de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA 1973). Los resultados de estas pruebas rutinarias están resumidos en el Cuadro 9 para las especies del El Salvador. A la teca de este país no se le practicaron pruebas inmediatas, ya que requiere de un período de maduración del embrión post cosecha. Esto se le realizará en el segundo semestre de 1995.

**Cuadro 8.** Rendimiento de mano de obra para procesamiento de semillas de cinco especies forestales en El Salvador y Costa Rica.

Sitio Hacienda	Especie	Cantidad Procesada de Frutos (kg)	Días secado	Rendimiento en Procesamiento de Frutos	
				Tiempo Total (h/d)	kg/h/d
Santa Bárbara	<i>E. citriodora</i>	300.0	5	1.25	240
El Sunza	<i>E. citriodora</i>	240.0	5	1.25	192
Tihuilocoyo	<i>E. camaldulensis</i>	180.0	4	1.00	180
Talcualhuya	<i>T. grandis</i>	18.8	5	0.50	376
Santa Teresa	<i>T. grandis</i>	27.7	4	0.40	693
Charrara	<i>E. deglupta</i>	70.3	7	1.75	40.2
Prusia	<i>A. acuminata</i>	38.7	9	2.25	17.2
Sardinal	<i>S. macrophylla</i>	717.9	8	3.00	239.3
Nicoya	<i>L. leucocephala</i>	79.0	7	2.50	31.6
Bribri	<i>C. alliodora</i>	97.9	6.5	2.00	48.9
Santa Cruz	<i>G. sepium</i>	50.0	5.0	2.00	25.0

Este Cuadro se presta para comparar las calidades de las dos fuentes de procesamiento e indica qué tan aceptable es la semilla que el productor estaría comercializando en un momento dado.

La calidad de la semilla procesada por el productor es similar a la del CEDEFOR, diferenciándose únicamente en que el productor no limpió lo suficiente la semilla y esto se reflejó en la pureza y en el número de semillas viables por kg. Los contenidos de humedad a la llegada al laboratorio fueron relativamente altos, por lo cual fue necesario bajarlos para proceder a su almacenamiento. Este aspecto es fundamental para la comercialización de este insumo.

**Cuadro 9.** Análisis de la calidad física de semillas forestales de El Salvador.

Especie	Sitio (hacienda)	Procesador	C. H. llegada (%)	Pureza (%)	Peso 1000 sem. (g)	C. H. Lab. (%)	Ger. (%)	Número semilla viable/ kg	E. G. (d)
<i>E. citriodora</i>	El Sunza	Productor	14.7	93.6	4.83	4.7	87.0	167.308	6
<i>E. citriodora</i>	Sta. Bárbara	CEDEFOR	9.6	95.2	4.69	6.3	89.3	180.528	5
		Productor	11.0	80.1	5.04	5.3	79.3	125.794	5
<i>E. camaldulensis</i>	Tihuilocoyo	CEDEFOR	11.5	93.6	4.89	6.4	75.0	139.665	5
		Productor	10.1	9.6	0.53	3.5	84.0	152.174	5
		CEDEFOR	10.8	-	-	5.5	-	1239/g	5

Para las especies de Costa Rica, los resultados de calidad física se muestran en el Cuadro 10. Alguna información para *E. deglupta* no fue factible determinarla por el tamaño de la semilla. En general se observó un alto contenido de humedad a la llegada al laboratorio. La germinación es aceptable como también el grado de pureza y el número de semillas por kg

**Cuadro 10.** Análisis de la calidad física de las semillas de Costa Rica.

Especie	C.H. llegada (%)	Pureza (%)	Peso 1000 sem. (g)	C.H. Lab. (%)	Germ. (%)	Número semilla puras (kg)	E.G. (d)
<i>E. deglupta</i>	11.7	****	****	8.2	7107/g	7.10 millon	6
<i>A. acuminata</i>	9.9	96.8	0.7	6.2	62.0	1.43 millon	6
<i>S. macrophylla</i>	9.2	98.9	516.7	4.8	77.0	1935	7
<i>L. leucocephala</i>	-	99.9	52.0	7.7	93.5	19.230	4
<i>C. alliodora</i>	-	99.0	9.7	6.5	38.0	103.399	18
	-	100.0	95.0	7.0	91.0	10.526	5

### Conclusiones y recomendaciones

- Se observó alta variabilidad en la producción de frutos entre árboles de las especies estudiadas, a pesar de tratar de escoger individuos de igual tamaño y copa.
- La información sobre producción debe considerarse como preliminar y como una tendencia general. Debe tomarse en cuenta las condiciones ambientales y las características de los rodales.
- La especie *E. citriodora* fue estudiada en dos sitios y mostró producción de frutos similar entre ellos a pesar de estar bajo condiciones ambientales y edades diferentes.

En términos generales la producción de semilla se puede resumir así:

- |                            |                    |                             |                    |
|----------------------------|--------------------|-----------------------------|--------------------|
| - <i>E. citriodora</i> :   | 0.6 - 0.8 kg/árbol | - <i>S. macrophylla</i> :   | 3.8 - 4.5 kg/árbol |
| - <i>L. leucocephala</i> : | 3.0 - 3.8 kg/árbol | - <i>E. camaldulensis</i> : | 1.2 - 1.9 kg/árbol |
| - <i>C. alliodora</i> :    | 1.0 - 2.0 kg/árbol | - <i>T. grandis</i> :       | 1.5 - 4.5 kg/árbol |
| - <i>G. sepium</i> :       | 0.1 - 0.6 kg/árbol | - <i>E. deglupta</i> :      | 0.4 - 0.8 kg/árbol |
| - <i>S. humilis</i> :      | 1.8 - 2.8 kg/árbol | - <i>A. acuminata</i> :     | 0.3 - 0.4 kg/árbol |

En términos reales, los rendimientos en la recolección de las especies en Costa Rica se vieron afectados por el desplazamiento de los funcionarios del BLSF. Se sugiere realizar el mismo ejercicio con personal de la región, o propietarios de las fuentes semilleras. Los rendimientos se pueden resumir así:

- entre 0.3 a 1.2 kg/h/d para semillas pequeñas.
  - entre 2.0 a 4.0 kg/h/d para semillas grandes.
- El procesamiento de los frutos y semilla (secados, selección y limpieza) no representa mayor consumo de mano de obra. Sin embargo, es una actividad que requiere de personal que esté pendiente de los cambios climáticos imprevistos. El proceso está influenciado más por el tiempo de secado que por requerimiento de mano de obra.
  - En general, la calidad física de la semilla obtenida de seis fuentes semilleras en ambos países es aceptable y no existe diferencia significativa entre la procesada por el Banco de Semillas de El Salvador y el productor. Es recomendable indicarle al productor mantener la semilla por más tiempo al sol para lograr bajar aún más el contenido de humedad.
  - Se sugiere continuar con el estudio indicativo e incluir los costos de producción de semilla seca y limpia.

### Literatura citada

- CATIE. 1991a. Madreado (*Gliricidia sepium*), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de Guías Silviculturales. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 180.
- CATIE. 1991b. Leucaena (*Leucaena leucocephala*), especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de Guías Silviculturales. CATIE, Serie Técnica, Informe Técnico No. 166. 52p.
- CHAVES, G.; QUESADA, M. 1993. Comercialización de semillas forestales en Hojancha, Guanacaste, Costa Rica. Enlace Madeleña 3, Año 2, No.3. Octubre 1993. CATIE-Proyecto ROCAP/RENARM/MADELEÑA-3/FINNIDA/PROCAFOR- Proyecto 1. p. 3-4.
- CORTES, E.F. 1990. Ensayos sobre métodos de recolección y transporte de frutos y semillas forestales. *In*: Memorias Seminario Taller sobre Investigación en Semillas Forestales. Ed. Triviño, T. y Jara, L.F. CONIF, Serie Documentación No.18.( Colombia). 1990. p. 91-94.
- FILHO, J.; KAGEYAMA, P. 1984. A producao de sementes melhoradas de espécies florestais, com enfase en *Euclayptus*. *In*: Simposio Internacional: métodos de producao e controle de qualidade de sementes e mudas florestais. Curitiba, Brasil. Universidade Federal de Paraná, IUFRO. p.1-7.
- HOLDRIDGE, L. 1989. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA 216 p.
- ISTA. 1993. International Rules for Seed Testing International Seed Testing Association. Seed Sci.& Techn. 21. Supplement. Zurich, Switzerland. 288 p.
- MESEN, F. 1990. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. *In*: Memoria. Curso Nacional de Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. DIGEBOS -PROSEFOR-CATIE. Baja Verapaz, Guatemala. Agosto 1 al 5 de 1994. 6 p.
- MURILLO, O.; ROJAS, E.; VILCHEZ, B. 1993. Estimación de cosecha de semilla en un rodal semillero de jaúl (*Alnus acuminata* oop. arguta (Schlectendal) Furlow), en Zarcero, Costa Rica. *In*: Memorias II Convención Centroamericana de Semillas Forestales. Siguatepeque, Honduras, C.A. p. 261-272.
- SALAZAR, R.; BOSHIER, D. 1989. Establecimiento y manejo de rodales semilleros de especies forestales prioritarias en América Central. CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 148. 78p.

---

## **Agradecimiento**

Al personal del Servicio Forestal de El Salvador (Ing. Julio Olano, Ing. Miguel Valle y Das. Juan Salinas); de la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre de Guatemala (Ings. César Telón, Rigoberto López y Gerardo Méndez); a la estudiante Linda de Ligt de la Universidad de Wageningen (Holanda) y al estudiante de Posgrado del CATIE, Ing. Carlos Tawara por apoyar y colaborar en la toma de registros de campo. A los estudiantes de posgrado del CATIE, Ing. Julio López y Juan Samaniego, por colaborar en cálculos y trabajo de laboratorio; a los técnicos del Banco de Semillas de El Salvador (Sr. José Barrientos y Alfredo Ramos) y del Banco Latinoamericano de Semillas (BLSF) del CATIE (Srs. Mario Alvarez, Alexis Ramírez y Alfonso González) por los análisis de calidad física de la semilla y a la Sra. Edith Garita del PROSEFOR-CATIE por la digitación del documento.

---

## ANEXO 1

### Registro de Información General

#### 1. Especie

Nombre científico: \_\_\_\_\_ Nombre común: \_\_\_\_\_

#### 2. Localización:

Sitio (Procedencia) \_\_\_\_\_ Vereda: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_ Departamento: \_\_\_\_\_

Pendiente: \_\_\_\_\_ % Fisiografía: \_\_\_\_\_

Zona de vida: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_ msnm

Precipitación promedio anual: \_\_\_\_\_ mm Temperatura promedio anual: \_\_\_\_\_ °C.

#### 3. Sobre el rodal:

Tipo: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ años

Area total: \_\_\_\_\_ ha Densidad: \_\_\_\_\_ arb/ha

Altura promedio: \_\_\_\_\_ m. DAP promedio: \_\_\_\_\_ cm.

Número raleos efectuados: \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

Información sobre producción de frutos y semillas forestales.

Arbol No.	DAP (cm)	Altura Total (m)	Diámetro de copa (m)		Peso frutos (kg)	Peso semillas (kg)	Relación fruto/semilla (kg)
			N-S (m)	E-O (m)			
Promedio							

## ANEXO 3

Recolección diaria de frutos de *E. citriodora* en la Hda. El Sunza, Sonsonate, El Salvador.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de tra-bajo (h/d)
				N-S (m)	E-O (m)				
1	3	23.3	21.8	7.2	7.5	57.6	1.60	4	5.0
2	6	26.0	21.2	8.4	8.1	95.5	1.60	4	7.0
3	5	21.8	19.5	6.4	7.5	104.3	2.08	4	6.25
Promedio	4.7	23.7	20.9	7.4	7.7	85.8	1.76	4	6.08

## ANEXO 4

Recolección diaria de frutos de *E. citriodora* en la Hda. Santa Bárbara, La Paz, El Salvador.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de tra-bajo (h/d)
				N-S (m)	E-O (m)				
1	3	27.1	20.2	8.9	7.5	58.2	1.20	2	7.0
2	1	25.4	28.0	5.3	8.8	40.1	0.70	2	4.5
3	2	31.1	26.9	10.0	5.9	36.6	0.70	2	7.0
Promedio	2	28.1	23.7	8.7	7.2	45.0	0.87	2	6.5



## ANEXO 5

Recolección diaria de frutos de *E. camaldulensis* en la Hda. Tihuilocoyo, La Paz, El Salvador.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de trabajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	2	30.6	26.8	8.3	8.3	14.4	1.5	2	4.0
2	1	36.2	27.5	8.6	7.8	22.0	3.0	2	4.0
3	2	31.6	28.5	9.0	7.7	18.8	1.8	2	4.0
Promedio	1.7	32.8	27.6	8.6	7.9	18.4	2.1	2	4.0

## ANEXO 6

Recolección diaria de frutos de *Tectona grandis* en la Hda. Talcualhuya, La Libertad, El Salvador.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de trabajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	3	23.7	17.6	6.7	5.8	4.5	4.0	2	6.0
2	5	23.9	18.6	5.3	5.4	5.3	5.0	2	6.0
3	6	25.9	20.0	6.2	7.3	9.0	8.0	2	6.0
Promedio	4.7	24.7	19.0	6.1	6.2	6.3	5.7	2	6.0

## ANEXO 7

Recolección diaria de frutos de *Tectona grandis* en la Hda. Santa Teresa, Sonsonate, El Salvador.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de trabajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	3	27.9	19.7	7.2	6.8	8.9	7.8	2	7
2	3	25.5	21.6	6.4	5.5	6.9	5.9	2	7
3	3	31.1	22.8	5.8	7.2	11.9	10.2	2	6
Promedio	3	28.1	21.4	6.5	6.5	27.7	23.9	2	6.7

## ANEXO 8

Recolección diaria de frutos de *E. deglupta* en Charrara, Cartago Costa Rica.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de trabajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	2	50.4	37.1	12.6	15.7	34.5	0.80	2	4.0
2	1	42.0	36.0	7.6	8.2	13.4	0.42	2	2.0
3	2	49.7	29.8	10.8	11.6	22.5	0.66	2	4.0
Promedio	1.7	48.2	34.0	10.9	12.6	25.5	0.65	2	3.3

## ANEXO 9

Recolección diaria de frutos de *A. acuminata* en Prusia, Cartago, Costa Rica.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de trabajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	1	55.0	37.5	11.4	9.7	27.3	1.41	2	2.0
2	2	49.4	30.6	10.4	8.1	9.3	0.36	2	2.0
3	2	42.4	34.3	8.7	6.8	2.1	0.14	2	7.0
Promedio	1.7	47.7	32.0	9.9	7.8	10.0	0.48	2	1.7

## ANEXO 10

Recolección diaria de frutos de *S. macrophylla* en Sardinal, Puntarenas, Costa Rica.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de trabajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	2	63.3	34.9	18.7	19.0	158.0	5.1	2	3.5
2	1	58.5	23.3	16.5	19.0	98.7	2.4	2	2.0
3	2	90.8	22.5	20.4	20.7	271.8	10.7	2	6.0
4	2	73.7	17.2	17.0	19.0	96.5	2.6	2	3.0
5	1	57.5	19.6	7.5	11.3	93.0	3.9	2	2.0
Promedio	1.6	68.7	23.5	16.0	17.8	143.6	4.9	2	3.3

## ANEXO 11

Recolección diaria de frutos de *L. leucocephala* en Nicoya, Guanacaste, Costa Rica.

Día	árboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de tra-bajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	2	32.1	11.8	13.5	12.3	21.2	9.1	3	-
2	3	27.7	10.2	10.4	10.6	18.2	7.8	3	-
Promedio	2.5	29.4	10.8	11.7	11.3	19.7	8.5	3	-

## ANEXO 12

Recolección diaria de frutos de *C. alliodora* en Bribri, Limón, Costa Rica.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de tra-bajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	1	42.5	29.0	11.3	7.8	8.8	1.6	4	2.0
2	2	51.5	35.5	15.9	15.5	28.4	3.3	4	3.2
3	2	53.5	38.2	16.4	19.1	22.3	3.6	4	3.0
4	4	38.8	31.3	11.8	12.1	28.7	2.8	4	6.1
5	1	45.0	26.0	13.5	13.5	9.7	1.4	4	1.5
Promedio	2	45.3	32.0	13.5	14.1	9.8	1.3	4	3.1

## ANEXO 13

Recolección diaria de frutos de *G. sepium* en Tamarindo, Guanacaste, Costa Rica.

Día	Arboles (Nº)	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	Hom-bres (Nº)	Jornada de tra-bajo (h/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	10	10.0	7.0	7.1	5.9	5.0	0.18	3	3.5
Promedio	10	10.0	7.0	7.1	5.9	5.0	0.18	3	3.5

---

## Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla* King bajo condiciones naturales en Campeche, México

Aníbal Niembro\*

Se analizaron 108 frutos de cedro (*Swietenia macrophylla* King.) para estimar el rendimiento de semillas bajo condiciones naturales y conocer las relaciones entre las características siguientes por fruto: 1) peso 2) longitud 3) diámetro 4) número de semillas desarrolladas 5) número de semillas malformadas 6) potencial de producción de semillas 7) peso de semillas desarrolladas 8) número de semillas germinadas 9) eficiencia de producción de semillas 10) eficiencia de germinación de semillas 11) eficiencia de producción de semillas viables por fruto. Los resultados mostraron que los frutos de cedro producen en promedio 49 (+/-9) semillas desarrolladas, de las cuales 39 (+/-12) son capaces de dar origen a una nueva planta. El peso y las dimensiones de los frutos mostraron correlaciones positivas significativas al 1 y 5% de probabilidad con la cantidad y calidad biológica de las semillas producidas. Los frutos de mayor peso y tamaño son los recomendables para hacer acopio de la mayor cantidad de semillas viables.

### Introducción

La caoba, *Swietenia macrophylla* King, es originaria de las regiones cálido-húmedas de América tropical (Webb *et al.* 1980). Por su importancia económica, ocupa un lugar relevante dentro de la flora regional del sur y sureste de México. En el Estado de Campeche la caoba es un componente natural de los bosques tropicales de la entidad (Vázquez Soto 1981; SARH 1985). Sus poblaciones han decrecido apresuradamente en los últimos años en diversas localidades a consecuencia de los cambios de uso del suelo y de la sobreexplotación de que han sido objeto.

El aprovechamiento selectivo de la caoba en los bosques campechanos ha disminuído su capacidad de regeneración natural en muchas áreas y en algunos lugares la especie ha desaparecido, siendo cada vez más escasos los árboles con diámetros de valor comercial. Esta situación ha originado que diversas instituciones estatales y federales preocupadas por el destino de la caoba, estén desarrollando programas de reforestación, estableciendo plantaciones en sitios de aprovechamiento forestal, terrenos degradados, áreas desmontadas y perturbadas, orillas de caminos, etc.

Desafortunadamente, muchos de estos programas de reforestación han tenido problemas para desarrollarse eficientemente, debido entre otras cosas a la falta de semillas, desconociéndose la cantidad y tipo de frutos que se deben recolectar para hacer acopio de las semillas necesarias para producir un determinado número de plántulas en los viveros forestales del estado de Campeche y la región.

---

\* Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias, Campeche, México

## Revisión de Literatura

El número de semillas que portan por término medio los frutos de los árboles que crecen en las regiones tropicales no se conoce con exactitud. Algunas especies producen frutos que contienen una sola semilla (frutos monospermos). Otras especies por el contrario, producen frutos cuyo número de semillas puede llegar a ser hasta de varios centenares (frutos polispermos). Algunos ejemplos de árboles tropicales provistos de frutos polispermos se encuentran en el cedro (*Cedrela odorata*), la ceiba (*Ceiba pentandra*), el maculís (*Tabebuia rosea*), la amapola (*Pseudobombax ellipticum*), y la caoba (*Swietenia macrophylla*), entre muchos otros (Pennington y Sarukhan 1968).

Desde el punto de vista silvícola, el conocimiento del número de semillas que portan por término medio los frutos de aquellas especies empleadas con mayor frecuencia en los programas de reforestación, es fundamental para planificar correctamente tanto su recolección como la producción de plantas en los viveros forestales (Méndez y Trujillo 1994). Desafortunadamente, este conocimiento no está disponible para la mayoría de las especies que crecen en las regiones tropicales (Willan 1991). Por lo que se refiere a los frutos de la caoba (Fig. 1), no se cuenta con estudios que presenten información acerca de la cantidad y calidad biológica de las semillas que esta especie en alguna parte de su distribución natural.

La caoba es un árbol de más de 40 m. de altura, generalmente perennifolio, nativo de los bosques tropicales húmedos de América. Su madera de excelente calidad y belleza, está considerada como una de las más finas del mundo. Se utiliza para la fabricación de muebles de alta calidad, chapa decorativa, instrumentos musicales y decoración de interiores. Las flores de la caoba son melíferas, el néctar que contienen es buscado por las abejas para la elaboración de miel. En algunos sitios la caoba se cultiva como árbol de sombra y ornato. Es una planta común en los patios y alrededor de las viviendas existentes en diversas poblaciones de la tierra caliente mexicana (Pérez Olvera *et al.* 1980; Niembro Rocas 1986).

Considerando lo anterior, los objetivos de la presente investigación fueron: A) analizar estadísticamente el contenido de semillas de una muestra de frutos de caoba a efecto de estimar su rendimiento bajo condiciones naturales; B) conocer las relaciones que guardan entre sí la producción de semillas con el peso y tamaño de los frutos y C) contar con información básica que permita recolectar las semillas necesarias para garantizar un número determinado de plantas.

## Metodología

**-Recolección de los frutos.** Durante la tercera semana de febrero de 1995 en los alrededores de la ciudad de Campeche se colectaron frutos de caoba a partir de arbolado en pie plantado a las orillas de caminos vecinales con fines de reforestación urbana. Los frutos se guardaron en costales de yute y se analizaron en el Laboratorio de Semillas Forestales del Campo Experimental "China" del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias.

**-Tamaño de muestra y variables analizadas.** Se tomó una muestra simple al azar de 108 frutos cerrados para analizar la cantidad y calidad de sus semillas tomando como base algunos criterios empleados por Lyons (1956), Bramlett (1974), Bramlett *et al.* (1977), Karrfalt y Belcher (1977) y Bramlett (1979). Las variables analizadas fueron:

Peso del fruto (PF); Longitud del fruto (LF); Diámetro del fruto (DF); Número de semillas desarrolladas por fruto (NSD); Número de semillas malformadas por fruto (NSM); Potencial de producción de semillas por fruto (PPS); Peso de semillas desarrolladas por fruto (PSD); Número de semillas germinadas por fruto (NSG); Eficiencia de producción de semillas por fruto (EPS); Eficiencia de germinación de semillas por fruto (EGS); Eficiencia de producción de semillas viables por fruto (EPSV).

El peso se determinó de manera individual con una balanza electrónica graduada a un 0.01 de g.

La longitud y el diámetro se determinó de manera individual con una cinta métrica.

Las semillas consideradas como desarrolladas fueron las que completaron su ontogenia de manera normal. Este tipo de semilla tiene un embrión funcional que al germinar origina una nueva planta (Fig. 2).

Las semillas consideradas como malformadas fueron las que presentaron problemas de desarrollo y crecimiento durante su ontogenia. Este tipo de semilla carece de embrión y si lo tiene se encuentra morfológica y fisiológicamente imposibilitado para germinar (Fig. 3).

Ambos tipos de semillas se determinaron revisándolas cuidadosamente de manera individual y contabilizando su número en cada uno de los frutos.

El potencial de producción de semillas es el número máximo que un fruto puede llegar a producir. Este valor incluye tanto semillas desarrolladas como malformadas e indica la capacidad biológica de la especie para producir determinada cantidad de semillas. El potencial de producción se determinó de la manera siguiente:

$$\text{PPS} = \text{Número de semillas desarrolladas} + \text{número de semillas malformadas}$$

El peso de las semillas desarrolladas en cada fruto se determinó con una balanza electrónica graduada a un 0.01 de g.

Las semillas desarrolladas encontradas en cada uno de los frutos se pusieron dentro de una germinadora a temperatura constante de 28°C. La germinación de las semillas se llevó a cabo sobre toallas de papel permanentemente humedecidas con agua destilada. La prueba de germinación duró 14 días, luego se contabilizaron las semillas germinadas. Una semilla se consideró germinada cuando su raíz había alcanzado un tamaño mayor a los 5 cm. de longitud (Fig. 4).

La eficiencia de producción de semillas indica la proporción de semillas desarrolladas en cada fruto y expresa el éxito o el fracaso de éste para producir determinada cantidad de semillas provistas de un embrión funcional. La eficiencia se determinó de la manera siguiente:

$$\text{EPS} = \frac{\text{Número de semillas desarrolladas}}{\text{Potencial de producción de semillas por fruto}} \times 100$$

La eficiencia de germinación de semillas por fruto indica la proporción de semillas desarrolladas capaces de germinar en un tiempo determinado bajo condiciones controladas. La eficiencia de germinación se determinó de la manera siguiente:

$$\text{EGS} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Número total de semillas desarrolladas por fruto}} \times 100$$

La eficiencia de producción de semillas viables por fruto, indica el éxito o el fracaso de éste para producir una determinada cantidad de semillas capaces de germinar y originar nuevas plántulas. Esta eficiencia de producción se determinó de la manera siguiente:

$$\text{EPSV} = \frac{\text{Número de semillas germinadas}}{\text{Potencial de producción de semillas por fruto}} \times 100$$

### **Análisis estadístico.**

Los datos obtenidos de la evaluación de las características se analizó estadísticamente. Los estimadores de tendencia central y dispersión fueron los valores mínimo y máximo, el rango, la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación. El grado de asociación entre las variables se determinó por medio de un análisis de correlación lineal simple, utilizando el paquete computacional MSTAT.

### **Resultados y discusión**

**-Peso longitud y diámetro de los frutos.** Los frutos de caoba examinados mostraron variaciones en peso, longitud y diámetro (Cuadros 1 y 2). Estas tres variables se correlacionaron positivamente entre sí de manera significativa (Cuadro 3). Las variaciones de peso, longitud y diámetro encontradas en los frutos pueden atribuirse a diferencias genéticas y de edad entre los árboles madre, así como a diferencias de suelo en los sitios de colecta. El peso y las dimensiones de los frutos mostraron correlaciones positivas significativas con el número y peso de semillas desarrolladas, número de semillas germinadas y eficiencia de producción de semillas viables.

**-Número de semillas desarrolladas y malformadas por fruto.** Al disectar los frutos de caoba y revisar su contenido de semillas se observaron diferencias en el número de semillas desarrolladas y malformadas. El mayor número de semillas desarrolladas encontradas fue de 71 y el menor fue de 22, con un promedio de 49 (+/- 9) semillas desarrolladas por fruto. Por lo que se refiere al número de semillas malformadas, el mayor número observado fue de 38, en tanto que el menor fue de 4, con un promedio de 18 (+/- 8) semillas subdesarrolladas.

El número de semillas desarrolladas mostró una correlación negativa significativa con el número de semillas malformadas, de tal manera que en la medida en que se incrementa el número de

---

las primeras disminuye el número de las segundas y viceversa. El número de semilla desarrolladas mostró correlaciones positivas significativas con el peso, el número de semillas germinadas, la eficiencia de producción de semillas y la eficiencia de producción de semillas viables.

El número de semillas malformadas mostró correlaciones negativas significativas con el peso de las semillas desarrolladas, con el número de semillas germinadas, con la eficiencia de producción de semillas y la eficiencia de producción de semillas viables por fruto. Lo anterior significa que conforme se incrementa el número de semillas subdesarrolladas disminuye el valor de las otras características y viceversa.

**-Potencial de producción de semillas.** El número de semillas desarrolladas y malformadas en un fruto define su potencial para producir determinada cantidad de semillas. En el caso de los frutos de caoba, se encontró que su potencial de producción de semillas promedio fue de 66 (+/- 7) semillas, con un máximo de 89 y un mínimo de 55 semillas por fruto. El potencial de producción de semillas fue una de las características que presentaron menor variabilidad. Su notable estabilidad posiblemente se deba al efecto de un fuerte control genético.

El potencial de producción de semillas no mostró correlación con el peso y dimensiones de los frutos. Sin embargo, mostró una asociación positiva significativa con el número de semillas desarrolladas y malformadas, con el peso y número de semillas germinadas, con la eficiencia de germinación y de producción de semillas viables.

**-Peso de las semillas desarrolladas y número de semillas germinadas por fruto.** Las semillas desarrolladas en cada uno de los frutos se pesaron en su conjunto conforme eran retiradas del fruto. Los resultados mostraron variaciones tanto en su número como en su peso. El análisis de correlación lineal puso de manifiesto asociaciones positivas significativas entre el peso de las semillas desarrolladas y el peso y dimensiones de los frutos, el número de semillas desarrolladas, el potencial de producción de semillas, el número de semillas germinadas y la eficiencia de producción de semillas viables por fruto. También puso de manifiesto la existencia de asociaciones negativas significativas con el número de semillas malformadas.

Las semillas desarrolladas se pusieron a germinar para conocer si estaban capacitadas para ello. Los resultados mostraron una capacidad germinativa variable (30.38 %). El mayor número de semillas en un fruto que lograron germinar fue de 65 y el menor fue de 9, con un promedio de 39 (+/- 12).

El análisis de correlación lineal entre la capacidad germinativa de las semillas y su peso mostró una asociación positiva significativa, es decir, la capacidad de una semilla para germinar aumenta conforme se incrementa su peso y viceversa. Este análisis también puso de manifiesto asociaciones positivas significativas entre la capacidad germinativa de las semillas con el peso y dimensiones de los frutos.



---

**-Eficiencia de producción de semillas por fruto**, es el resultado porcentual de la combinación de dos variables (*el número de semillas desarrolladas y el número de semillas malformadas existentes en el fruto*). El valor de la eficiencia indica el éxito o el fracaso del fruto para producir determinada cantidad de semillas que completaron favorablemente su crecimiento y desarrollo. Por el contrario, una eficiencia baja deja entrever la existencia de desórdenes ontogénicos y ambientales que terminan con el aborto de las semillas en alguna etapa de su formación.

La eficiencia de producción de semillas encontrada en los frutos de caoba fue variable. El valor más alto observado fue de 93 %, y el más bajo de 37 % con un promedio de 73 %. La eficiencia de producción de semillas mostró una correlación positiva significativa con el peso y dimensiones de los frutos y con el número y peso de semillas desarrolladas. Mostró además una correlación negativa altamente significativa con el número de semillas malformadas.

**-Eficiencia de germinación de semillas por fruto**, es el resultado proporcional de la combinación de dos variables (*el número de semillas germinadas y el número de semillas que completaron su desarrollo normalmente*). El mayor valor observado fue de 100 %, y el menor de 18 %, con una media de 80 %. La eficiencia de germinación de semillas no mostró asociación con el peso y dimensiones de los frutos.

**Cuadro 1.** Resultados de la evaluación de 11 variables de frutos y semillas de caoba (*S. macrophylla*).

Fruto (No)	PF (g)	LF (cm)	DF (cm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)	EPSV %
1	453.11	16.8	9.0	47	13	60	24.19	29	78	62	48
2	556.99	19.6	9.6	50	10	60	37.65	21	83	42	35
3	593.86	19.4	10.0	53	8	61	29.15	51	87	96	84
4	531.95	21.2	8.8	22	35	57	23.73	22	39	100	39
5	406.17	17.8	8.1	45	11	56	29.91	42	80	93	75
6	484.60	17.6	9.1	46	14	60	23.64	41	77	89	68
7	502.08	18.4	9.4	53	7	60	27.32	42	88	79	70
8	524.80	19.5	9.2	47	13	60	25.72	44	78	94	73
9	354.82	15.3	8.7	48	12	60	28.68	43	80	90	72
10	549.91	19.6	9.5	50	10	60	38.05	30	83	60	50
11	532.91	18.4	9.4	52	7	59	38.75	36	88	69	61
12	564.12	17.8	9.7	56	4	60	40.70	37	93	66	62
13	573.78	20.9	9.3	47	12	59	40.06	44	80	94	75
14	292.01	15.6	7.2	22	38	60	17.05	13	37	59	22
15	404.77	19.2	8.1	35	21	56	29.83	30	62	86	54
16	542.71	16.8	9.9	50	10	60	38.39	41	83	82	68
17	587.90	20.9	9.5	48	12	60	38.98	39	80	81	65
18	552.51	17.8	9.8	48	13	61	38.13	40	79	83	66
19	511.76	19.3	8.8	42	17	59	38.27	42	71	100	71
20	491.36	17.8	9.2	44	12	56	23.47	37	79	84	66
21	527.69	17.8	9.4	49	10	59	36.95	28	83	57	47
22	622.30	20.4	10.0	50	9	59	42.30	9	85	18	15
23	527.60	19.8	9.0	39	17	56	31.28	12	70	31	21
24	421.10	17.6	8.6	45	12	57	32.84	35	79	78	61
25	471.85	17.5	9.4	53	7	60	36.98	28	88	53	47
26	411.88	17.4	9.0	51	9	60	33.82	34	85	67	57
27	475.77	20.1	8.9	43	16	59	33.53	33	73	77	56
28	453.16	18.3	9.1	49	11	60	34.89	46	82	94	77
29	609.50	19.5	9.9	49	11	60	40.60	29	82	59	48
30	377.18	19.0	8.3	38	38	76	26.77	37	50	97	49
31	533.80	19.6	9.7	50	23	73	44.42	45	68	90	62
32	293.22	17.2	7.9	60	17	77	27.49	44	78	73	57
33	485.36	19.1	9.6	60	17	67	41.46	49	90	82	73
34	464.35	18.2	9.8	70	19	89	49.24	65	79	93	73
35	264.47	16.2	7.5	45	28	73	21.03	44	62	98	60
36	358.71	18.8	8.3	38	31	69	29.13	16	55	42	23
38	567.24	20.2	12.0	58	14	72	48.95	57	81	98	79
39	440.07	19.1	9.1	52	11	63	36.60	19	83	36	30
41	258.65	15.8	7.5	48	19	67	23.91	40	72	83	60
42	615.30	20.2	10.2	62	16	78	56.38	46	79	74	59
44	234.85	15.3	7.2	42	23	65	16.05	34	65	81	52
47	603.10	20.0	10.1	49	25	74	43.77	49	66	100	66
48	402.80	16.8	8.7	31	34	65	22.06	29	48	93	45
50	484.30	18.2	9.6	60	15	75	40.35	52	80	87	69
51	545.60	19.8	10.0	62	14	76	46.69	40	82	64	53
52	205.10	15.4	7.0	29	38	67	12.55	25	43	86	37
53	348.20	17.6	8.0	44	24	68	22.51	39	65	89	57
54	340.30	17.0	7.9	52	15	67	25.89	48	78	92	72

PF (Peso del fruto); LF (Longitud del fruto); DF (Diámetro del fruto); NSD (Número de semillas desarrolladas por fruto); NSM (Número de semillas malformadas por fruto); PPS (Potencial de producción de semillas por fruto); PSD (Peso de semillas desarrolladas por fruto); NSG (Número de semillas germinadas por fruto); EPS (Eficiencia de producción de semillas por fruto); EGS (Eficiencia de germinación de semillas por fruto); EPSV (Eficiencia de producción de semillas viables por fruto)

**Continuación Cuadro 1.**

Fruto (No)	PF (g)	LF (cm)	DF (cm)	NSD	NSM	PPS	PSD (g)	NSG	EPS (%)	EGS (%)	EPSV (%)
55	520.40	18.0	9.7	46	24	70	44.04	42	66	91	60
56	522.60	18.1	9.6	47	20	67	44.87	40	70	85	60
57	414.30	17.2	9.2	42	27	69	24.90	34	61	81	49
58	524.50	17.8	9.6	45	24	69	40.85	40	65	89	58
59	458.10	17.2	9.3	55	12	67	44.60	43	82	78	64
60	397.20	16.5	9.0	45	17	62	32.30	11	73	24	18
61	447.40	17.2	9.3	54	13	67	41.09	49	81	91	73
62	484.60	17.3	9.6	45	21	66	38.41	37	68	82	56
63	440.70	16.4	9.3	53	15	68	31.71	44	78	83	65
64	420.80	16.5	9.4	52	16	68	31.02	50	76	96	73
65	511.00	18.5	9.6	50	14	64	45.84	50	78	100	78
66	457.50	17.8	9.5	46	21	67	41.42	38	69	83	57
67	509.00	17.4	9.8	59	7	66	35.59	59	89	100	89
68	371.70	16.7	8.8	48	16	64	26.22	14	75	29	22
69	535.60	17.4	10.0	60	9	69	51.87	53	87	88	77
70	426.50	16.6	9.1	54	12	66	39.64	28	82	52	42
71	415.10	16.8	8.8	35	33	68	26.74	35	51	100	51
72	274.50	16.2	8.0	49	17	66	24.07	44	74	90	67
73	391.50	16.4	10.0	48	15	63	31.36	32	76	67	51
74	337.90	16.5	8.5	43	23	66	28.70	40	65	93	61
75	237.60	12.5	4.9	37	18	55	13.77	25	67	68	45
76	341.20	15.8	8.8	44	17	61	21.10	32	72	73	52
77	199.60	11.6	7.2	27	38	65	10.68	21	42	78	32
78	332.60	16.0	8.7	47	20	67	19.95	28	70	60	42
79	739.20	21.5	11.4	53	14	67	32.24	47	79	89	70
80	737.40	21.2	10.6	54	15	69	50.23	51	78	94	74
81	290.00	14.4	8.1	58	29	87	19.93	58	67	100	67
82	724.40	21.2	10.4	55	13	68	48.22	54	81	98	79
83	602.20	20.0	10.7	56	11	67	40.94	53	84	95	79
84	275.70	14.5	7.7	40	31	71	18.45	38	56	95	53
85	252.70	14.5	7.9	32	28	60	14.82	29	53	91	48
86	896.80	22.7	11.3	53	12	65	43.43	46	82	87	71
87	274.47	14.0	8.0	56	31	87	20.14	46	64	82	53
89	283.40	15.4	8.0	45	24	69	20.00	45	65	100	65
90	660.90	38.7	10.7	54	15	69	28.47	50	78	93	72
91	610.40	19.5	9.6	35	32	67	27.40	35	52	100	52
92	568.80	20.4	9.4	58	9	67	50.12	57	87	98	85
93	379.64	16.5	9.3	56	11	67	30.71	48	84	86	72
94	389.95	16.0	9.4	52	17	69	32.35	48	75	92	70
95	328.14	15.0	9.2	53	16	69	30.94	40	77	75	58
96	561.70	19.4	10.3	52	17	69	40.15	50	75	96	72
97	579.29	19.0	10.5	58	11	69	44.33	43	84	74	62
98	570.70	18.2	10.4	58	13	71	41.80	57	82	98	80
99	633.20	18.5	10.7	54	16	70	38.52	50	77	93	71
100	483.45	16.0	10.0	41	26	67	29.62	40	61	98	60
101	495.40	17.4	10.2	52	15	67	32.79	49	78	94	73
102	482.53	17.3	10.0	55	13	68	36.38	50	81	91	73
103	266.20	14.2	7.6	36	35	71	11.11	34	51	94	48
104	327.40	16.5	8.7	46	15	61	20.86	34	75	74	56
105	313.20	15.8	8.7	48	16	64	21.81	42	75	87	66

**Cuadro 2.** Estadísticos descriptivos de la evaluación de 11 variables de frutos y semillas de caoba (*S. macrophylla* King).

Estadísticos	PF	LF	DF	NSD	NSM	PPS	PSD	NSG	EPS	EGS	EPSV
n	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108	108
Mínimo	199.60	11.6	6.7	22	4	55	10.68	9	37	18	15
Máximo	896.80	38.7	12.0	71	38	89	56.38	65	93	100	89
Rango	697.20	27.1	5.3	49	34	34	45.70	56	56	82	74
Media	455.29	17.8	9.1	49	18	66	32.64	39	73	80	59
Desviación estándar	132.708	2.880	1.063	8.859	7.999	6.930	10.368	11.848	11.883	19.271	16.027
Coefficiente de variación	29.15 (%)	16.18 (%)	11.68 (%)	18.08 (%)	44.44 (%)	10.50 (%)	31.76 (%)	30.38 (%)	16.28 (%)	24.09 (%)	27.16 (%)

1. Peso del fruto (PF); 2. Longitud del fruto (LF); 3. Diámetro del fruto (DF); 4. Número de semillas desarrolladas por fruto (NSD); 5. Número de semillas malformadas por fruto (NSM); 6. Potencial de producción de semillas por fruto (PPS); 7. Peso de semillas desarrolladas por fruto (PSD); 8. Número de semillas germinadas por fruto (NSG); 9. Eficiencia de producción de semillas por fruto (EPS); 10. Eficiencia de germinación de semillas por fruto (EGS) y 11. Eficiencia de producción de semillas viables por fruto (EPSV).

**Cuadro 3.** Coeficientes de correlación lineal simple para 11 variables de frutos y semillas de caoba (*S. macrophylla* King).

Variable	PF	LF	DF	NSD	NSM	PPS	PSD	NSG	EPS	EGS
LF	0.717 *									
DF	0.865 *	0.597*								
NSD	0.423 *	0.272*	0.572*							
NSM	-0.460 *	-0.273*	-0.466*	-0.651*						
PPS	-0.017 NS	0.017 NS	0.173 NS	0.492*	0.324*					
PSD	0.758 *	0.479*	0.768*	0.668*	-0.501*	0.251**				
NSG	0.291 *	0.204**	0.418*	0.597*	-0.218**	0.515*	0.402*			
EPS	0.485 *	0.290**	0.531*	0.821*	-0.953*	-0.088 NS	0.585**	0.344*		
EGS	0.048 NS	0.051 NS	0.090 NS	-0.027 NS	0.239**	0.267*	-0.010 NS	0.776*	0.207**	
EPSV	0.320 *	0.209**	0.392*	0.485*	-0.365*	0.203**	0.340*	0.939*	0.422*	0.789*

1. Peso del fruto (PF); 2. Longitud del fruto (LF); 3. Diámetro del fruto (DF); 4. Número de semillas desarrolladas por fruto (NSD); 5. Número de semillas malformadas por fruto (NSM); 6. Potencial de producción de semillas por fruto (PPS); 7. Peso de semillas desarrolladas por fruto (PSD); 8. Número de semillas germinadas por fruto (NSG); 9. Eficiencia de producción de semillas por fruto (EPS); 10. Eficiencia de germinación de semillas por fruto (EGS) y 11. Eficiencia de producción de semillas viables por fruto (EPSV).

\* Significativo al 1 % de probabilidad

\*\* Significativo al 5 % de probabilidad

NS No significativo

---

**Eficiencia de producción de semillas viables por fruto**, es el resultado proporcional de la combinación de dos variables (*el número de semillas germinadas y el potencial de producción de semillas*). Su valor indica el grado de calidad biológica de un fruto determinado. Frutos con baja eficiencia de producción de semillas viables, problemas probablemente asociados con el efecto deletéreo de factores ambientales como temperaturas extremas, sequía, presencia de plagas y enfermedades, los cuales dañaron las semillas después de su formación. Por el contrario, frutos con alta eficiencia de producción de semillas viables son el resultado de un proceso biológico-ambiental equilibrado.

Los frutos examinados presentaron variaciones en su eficiencia de producción de semillas viables. El valor más alto fue de 89 % y el mínimo de 15 %, con un promedio de 59 %. Esta variable mostró correlaciones positivas significativas con el peso y dimensiones de los frutos, con el número y peso de las semillas desarrolladas, con el número de semillas germinadas y con la eficiencia de producción y germinación de semillas.

**-Aplicación de los resultados.** Con estos resultados el silvicultor puede estimar la cantidad de frutos de caoba que se necesitan coleccionar para producir determinado número de plantas en los viveros. Supongamos que se tienen la necesidad de producir 45 000 plantas de esta especie en un vivero. ¿Cuántos frutos de caoba se requieren para garantizar dicha cantidad de plántulas, sabiendo que dichos frutos portan por término medio 39 (+/- 12) semillas capaces de germinar? Para responder esta pregunta basta con realizar los siguientes cálculos

a) considerando el valor promedio de 39 semillas:

Si un fruto produce 39 semillas capaces de germinar,  
X número de frutos producirán 45 000 semillas.

$$X = (45\ 000) (1) / 39 = 1154 \text{ frutos}$$

b) considerando el valor promedio de  $39 + 12 = 51$  semillas:

Si un fruto produce 51 semillas capaces de germinar,  
X número de frutos producirán 45 000 semillas.

$$X = (45\ 000) (1) / 51 = 882 \text{ frutos}$$

c) considerando el valor promedio de  $39 - 12 = 27$  semillas:

Si un fruto produce 27 semillas capaces de germinar,  
X número de frutos producirán 45 000 semillas.

$$X = (45\ 000) (1) / 27 = 1667 \text{ frutos}$$

De acuerdo con estos cálculos el número de frutos que se requiere coleccionar puede variar desde 784 hasta 1481 para contar con unas 45 000 semillas viables de caoba. Si nos ajustamos al promedio observado se necesita coleccionar unos 1025 frutos de caoba.

## Conclusiones y Recomendaciones

Estos resultados son parciales y de carácter exploratorio. Los datos presentados contienen información relacionada con la producción de semillas de caoba (*Swietenia macrophylla* King.) en una parte de su área de distribución natural, por lo que deben de ser tomados en cuenta con las consideraciones y restricciones pertinentes al caso.

El peso y las dimensiones de los frutos de caoba guardan correlaciones positivas significativas con la cantidad y calidad biológica de las semillas producidas. Los frutos de mayor peso y tamaño contienen las mejores semillas, por lo que son este tipo de frutos los que tienen que recolectarse para hacer acopio de la mayor cantidad de semillas capaces de germinar en un momento determinado.

Conforme aumenta el peso de las semillas su capacidad germinativa se incrementa y viceversa. Las semillas más pesadas se encuentran en los frutos de mayores dimensiones los cuales son de mejor calidad biológicamente hablando.

En virtud de que la caoba presenta una distribución geográfica amplia, se requiere conocer el comportamiento de la producción de semillas en diversas localidades y determinar la magnitud y tipo de variación que acompaña a este proceso bajo condiciones naturales al nivel de procedencias y de individuos dentro de procedencias.

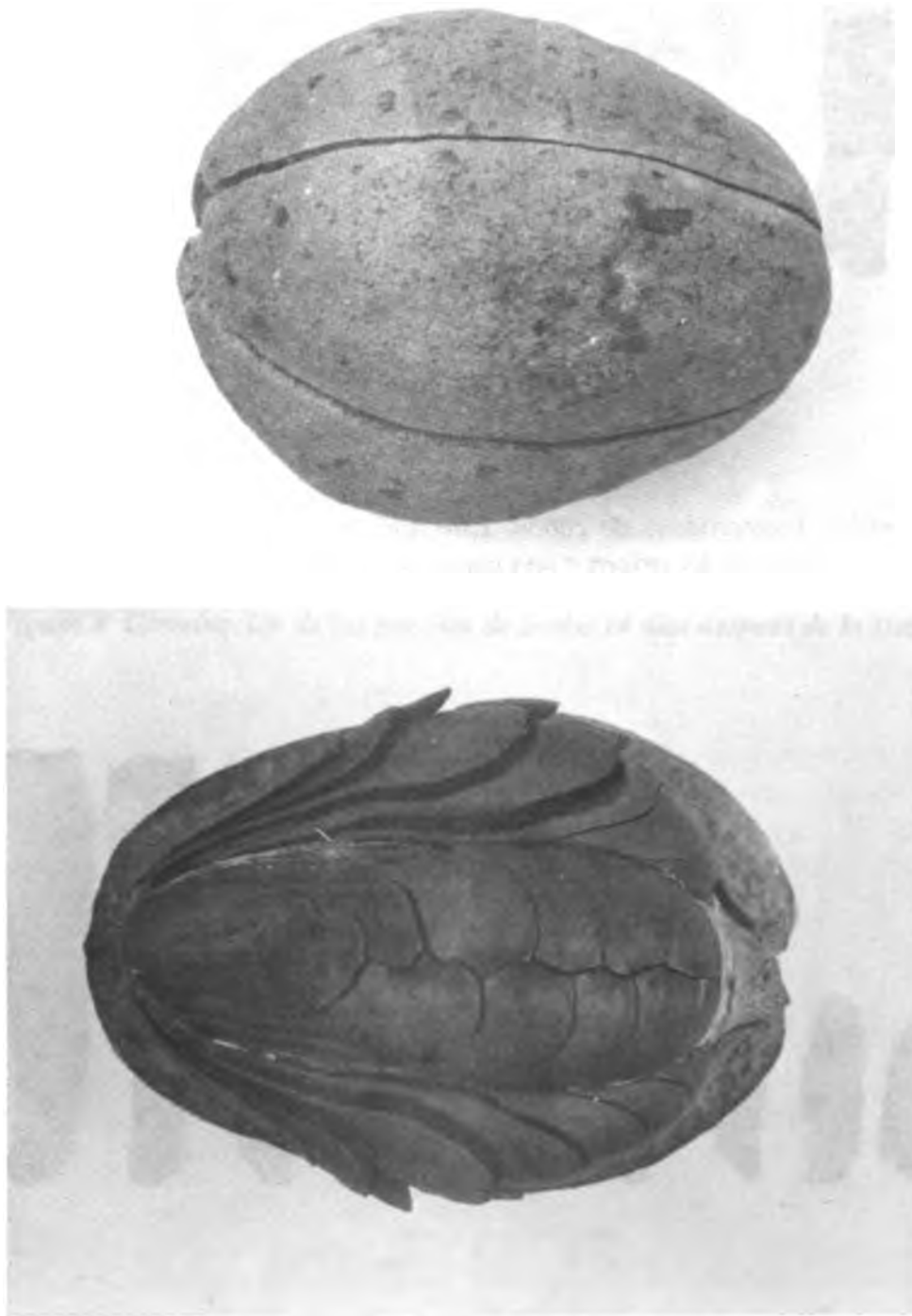
## Literatura Citada

- BRAMLETT, D. L. 1974. Seed potential and seed efficiency. *In*: Seed Yield from Southern Pine Seed Orchards Colloquium Proceedings. John Kraus (Ed.). Ga. For. Res. Counc. Macon, Ga. p.p. 1-7.
- \_\_\_\_\_. 1979. Efficiency of seed production in southern pine seed orchards. Proceedings of the Thirteenth Lake States Forest Tree Improvement Conference. North Central Forest Experiment Station. USDA Forest Service. General Technical Report NC-50. p.p.17-24.
- \_\_\_\_\_, E. W. BELCHER, JR. G. L. DEBARR, G. D. HERTEL, R. KARRFALT, C. W. LANTZ, T. MILLER, K. D. WARE, Y H. O. YATES III. 1977. Cone analysis of southern pines- a guidebook. USDA Forest Service. General Technical Report SE-13, Southeast. For. Exp. Stn. Asheville, N. C. and Southeast. Area S & PF, Atlanta, Ga. 28 p.
- KARRFALT, R. P. Y E. W. BELCHER, JR. 1977. Evaluation of seed production by cone analysis. 24 th Northeast. For. Tree Improv. Conf. Proc. pp. 84-89.
- LYONS, L. A. 1956. The seed production capacity and efficiency of red pine cones (*Pinus resinosa*). Canadian Journal of Botany. 34: 27-36.
- MENDEZ, G. y TRUJILLO, E. 1994. Rendimiento de frutos y semilla de especies forestales. CATIE. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. N° 9: 9-10.

- 
- NIEMBRO ROCAS, A. 1986. Arboles y arbustos útiles de México. México. Limusa. 206 p.
- PENNINGTON, T. D. Y J. SARUKHAN. 1968. Arboles tropicales de México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. FAO. 413 p.
- PEREZ OLVERA, C. DE LA P., T. F. CARMONA V. Y M. DE LOS A. ROGEL G. 1980. Estudio anatómico de la madera de 43 especies tropicales. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. ( México). N°. 63. 276 p.
- SARH, 1985. Inventario Forestal del Estado de Campeche. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Subsecretaría Forestal. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. ( México). Publicación Especial N° 56. 92 p.
- VÁZQUEZ SOTO, J. 1981. Clasificación de las masas forestales de Campeche. Bol. Téc. Inst. Nac. Invest. For. ( México). N°. 10 (Segunda Edición). 30 p.
- WEBB, D. B., WOOD, P. J. y SMITH, J. 1980. A guide to species selection for tropical and sub-tropical plantations. Department of Forestry. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. Tropical Forestry Papers. N° 15. p.p. 266-267.
- WILLAN, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales, con especial referencia a los trópicos. Roma. DANIDA. Estudio FAO Montes 20/2. 502 p.

### **Agradecimientos**

Al Ing. Angel Rodríguez y Pacheco y al Sr. Efrén Sierra L, Campo Experimental "China". Al Ing. Jorge A. Huchín Chablé, Laboratorio de Semillas por el apoyo para la realización del presente estudio.



**Figura 1.** Frutos de caoba “ *Swietenia macrophylla King*” mostrando su contenido de semillas.

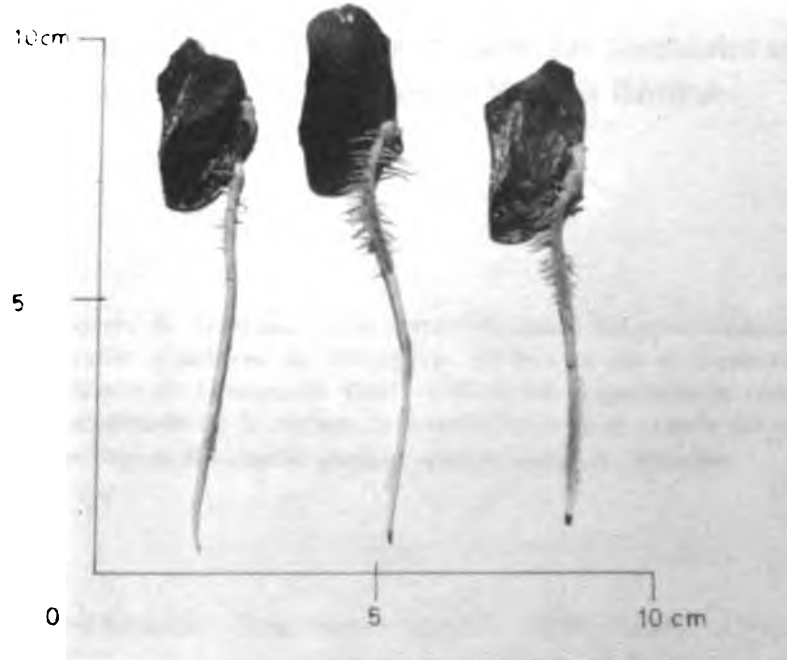




**Figura 2.** Semillas desarrolladas de caoba. Este tipo de semillas tienen un embrión funcional capacitado para germinar t dar origen a una nueva planta.



**Figura 3.** Semillas malformadas de caoba. Este tipo de semillas presentan diversasa anomalías como carencia de embrión o embrión morfológicamente subdesarrollado. No están posibilitadas para germinar.



***Figura 4. Germinación de las semillas de caoba 14 días después de la siembra.***

---

## La producción y recolección de semillas forestales en Guatemala para el Proyecto Nuevos Bosques

Stuart Conway\*

Se estableció un huerto de *Leucaena leucocephala* siguiendo las recomendaciones de la Asociación de Arboles Fijadores de Nitrógeno. El huerto en el Departamento de Suchitepequez, costa sur de Guatemala. Desde 1992 se ha organizado la recolección de semillas de tres procedencias de *G. sepium* por agricultores en el oriente del país. En los últimos catorce años Nuevos Bosques ha enviado semillas a más de 100 países.

### Introducción

El Proyecto Nuevos Bosques (New Forests Project - NFP) maneja el Programa Mundial de Semillas y distribuye a solicitud, información técnica y materiales didácticos a otras organizaciones, cooperativas o individuos. En 1990, NFP diversificó el programa mundial de semillas, agregando especies leguminosas para tener alternativas a la promoción de *Leucaena leucocephala*. Como parte de este programa y su diversificación, NFP empezó la producción y recolección de semillas forestales en Guatemala.

En Guatemala, NFP ha experimentado y trabajado con varias especies leguminosas para forraje y leña. Ha establecido y manejado áreas semilleras de *Leucaena leucocephala* por la costa sur y recolectado semillas de *Gliricida sepium* en tres departamentos del oriente de Guatemala. El proyecto ha involucrado miembros de comunidades rurales en el manejo de las áreas semilleras y en la recolección de las semillas.

NFP ha trabajado en Guatemala desde 1989 con la Asociación Nacional de Campesinos Pro Tierras (ANACAMPRO) en proyectos de viveros comunales, reforestación, agroforestería, tecnología apropiada y capacitación. En 1991-1992, NFP y ANACAMPRO construyeron un centro de capacitación agroforestal en el pueblo de Nueva Concepción e iniciaron la primera capacitación en julio de 1992.

### Áreas semilleras de *Leucaena*

En 1989, NFP estableció una área semillera de *L. leucocephala* K28 con semillas de la Asociación de Arboles Fijadores de Nitrógeno (NFTA) en un lote de 20 x 20 m por la finca San José. Un km al sur de Nueva Concepción, Departamento de Escuintla. Se sembró las semillas de leucaena

---

\* Director New Forests Project, Guatemala

---

en un vivero volante en la finca y fueron plantados los arbolitos por raíz desnuda a una distancia de 1 x 0.3 m. con el doble propósito de utilizarlo como área semillera y banco de forraje.

En 1990, se entresacó los árboles dejando los mejores a una distancia de 1 x 1m. En mayo del mismo año, el proyecto empezó a recolectar las semillas. En junio, el proyecto estableció 0.8 ha de leucaena ca 1 x 0.3 m para banco de forraje que también ha servido como fuente de semillas para otros bancos de forraje del proyecto.

La segunda área semillera de *L. leucocephala* K28 se estableció en 1989 en terreno comunal en un lote de 12 x 25 m de extensión en la comunidad de Conrado de la Cruz, en la finca San Carlos Malaga, departamento de Suchitepequez. Se utilizó plántulas a raíz desnuda a una distancia de 2 x 2 m. En 1991 se podó los árboles a 0.60 cm de altura para facilitar la recolección de las semillas.

En 1990-91, NFP participó en el "Cooperative Planting Program" de NFTA e hizo un ensayo de árboles leguminosos con semillas de NFTA en la finca San José. Se sembró las semillas de quince (15) especies de árboles leguminosos, incluyendo *L. leucocephala* K636 y el híbrido KX3 (*L. diversifolia* K156 x *L. leucocephala* K636) en el vivero en junio de 1990. En octubre de 1991, un equipo de NFP y ANACAMPRO tomaron datos de los árboles.

Como resultado de este ensayo, NFP estableció otro huerto semillero con *L. leucocephala* K636 en marzo de 1995 en la aldea de Pinula, 5 km de Pueblo Nuevo, Tiquisate, departamento de Escuintla. Las semillas de K636 vinieron del proyecto F/FRED con sede en la Universidad Kasetsart en Tailandia.

Las plántulas fueron producidas en bolsas de polietileno en el vivero del centro de capacitación de NFP/ANACAMAPRO, Nueva Concepción y fueron plantadas a una por una distancia de 1.6 x 1.6 m por un grupo de mujeres y el staff de NFP en un lote de 18 x 20 m detrás de la iglesia católica en Pinula.

Las áreas semilleras de NFP se han establecido con participación comunitaria y para el beneficio mutuo de la comunidades y el proyecto. NFP está comprando las semillas producidas en los huertos para su Programa Mundial de Semillas. Los miembros de las comunidades usan los ingresos para otros proyectos de desarrollo en su comunidad.

### **Recolección de semillas de *Gliricidia sepium***

En 1990, NFP empezó la recolección de semillas de *Gliricidia sepium* con la coordinación del Ing. Basilio Estrada de Cuerpo de Paz en Guatemala, quien recomendó tres procedencias seleccionadas en Ipala, Chiquimula; Quezada, Jutiapa; y Oratorio, Santa Rosa.

El Ing. Estrada coordinó la recolección de semillas con los promotores del proyecto CARE/DIGEBOS/Cuerpo de Paz que viven en los tres sitios mencionados. Los promotores ofrecieron a los agricultores que NFP comprar semillas de *Gliricidia* si las recolectan, limpian y empacan en bolsas plásticas. En el primer año (1990), recolectaron 20 kg y en 1991, 18 kg, menos de la cantidad solicitada.

---

Para obtener mejor calidad y cantidad de semillas en 1992, el Ing. Estrada capacitó a los agricultores en las comunidades, seleccionando un líder en cada comunidad para organizar la recolección, y remunerar un incentivo a los líderes. La capacitación consistió en: selección de árboles de buena forma, determinación de la madurez apropiada de las semillas, su recolección, secado, limpieza y almacenaje. Desafortunadamente la producción de semillas en 1992 fue escasa en Guatemala y los agricultores recolectaron solo 30 kg de semillas de *Gliricidia*.

En 1993, con los agricultores capacitados y con más confianza que NFP compraría las semillas, se conseguieron más de 75 kg. En 1994, recolectaron 120 kg; y en 1995, recolectaron 150 kg, la cantidad realmente solicitada. Trabajando con participación comunitaria en la recolección ha costado conseguir una fuente uniforme de semillas, pero con capacitación, descentralización y organización comunal fue posible.

### **Diversificación del Programa Mundial de Semillas**

Desde 1982, el enfoque del proyecto fue la promoción de *Leucaena* y la diseminación de las semillas. En 1990, empezó la diversificación del Programa Mundial de Semillas, aumentando el número de especies forestales disponibles por el programa. Esta diversificación fue necesaria por los problemas causados por el psyllid, *Heteropsylla cubana*, que atacó árboles de *Leucaena* en Asia donde muchos agricultores habían plantado esta especie, y por la identificación de los problemas asociados con monocultivos.

Como resultado, NFP cuenta con seis especies en el programa mundial de semillas (*L. leucocephala*, *G. sepium*, *Cajanus cajan*, *Prosopis juliflora*, *Robinia pseudoacacia*, y *Gleditsia triacanthos*) y tiene programado agregar más especies. Todas las especies en este programa son leguminosas, ya que parte del motivo del programa es la promoción de la agroforestería.

*Gliricidia sepium* fue una de las primeras especies que se agregó al programa por su adaptabilidad a condiciones ecológicas y sus usos múltiples como leña, forraje, postes, conservación de suelos, etc. *Gliricidia* es una buena alternativa para *Leucaena*. Para evitar los monocultivos, NFP manda al menos semillas de dos especies y recomienda a las organizaciones o individuos que reciben las semillas que incluyan más de una especie de árboles en sus siembras agroforestales.

El Programa Mundial de Semillas envía mayor número de paquetes a África y Asia que a América Latina y el Caribe (Cuadro 1). NFP recibe muchas solicitudes de países como Nigeria y Ghana en África e India en Asia que aumenta el número de paquetes a sus continentes respectivos. Esta situación obedece a la facilidad con el inglés y a que NFP tiene la mayoría de sus publicaciones en inglés.

**Cuadro 1.** Distribución de paquetes de semillas forestales enviados por el Programa Mundial de Semillas, por región entre 1990 - 1994

Año	América Latina y Caribe	Africa	Asia	Misc.	Total
(N° de paquetes enviados/año)					
1990	32	125	29	11	197
1991	25	72	18	3	118
1992	25	69	48	8	150
1993	36	119	89	3	247
1994	45	120	61	4	230

En el Cuadro 2, se resume el número de paquetes de semillas enviadas a América Latina y Caribe por el Programa Mundial de Semillas en comparación con el número de paquetes mandados en total. El porcentaje de paquetes a la región de América Latina y el Caribe ha variado entre 15 - 21% del total de los paquetes mandados entre 1990-1994.

**Cuadro 2.** Distribución de paquetes de semillas forestales enviados por el Programa Mundial de Semillas, a América Latina y el Caribe 1990-1994.

Año	Paquetes a América Latina y Caribe	Total de paquetes mandados/año	Paquetes a América Latina y Caribe (%)
1990	32	197	16
1991	25	118	21
1992	25	150	17
1993	36	247	15
1994	45	230	20

Una razón por el bajo porcentaje de paquetes enviados a América Latina es de lenguaje. NFP ha promocionado sus servicios por boletines de organizaciones de desarrollo y la mayoría de las organizaciones por la lista de NFP utilizan inglés para sus publicaciones.

Para aumentar el número de paquetes a América Latina y Caribe, NFP ha tratado de publicar sus servicios en más boletines en español, como la revista Agroforestería en las Américas del CATIE. Esta acción ha resultado en un aumento de los números de solicitudes y envíos a América Latina en los últimos dos años.

---

## **Conclusiones**

La producción de semillas de leucaena en áreas semilleras por NFP en Guatemala ha ayudado al proyecto a tener una fuente viable de semillas para su Programa Mundial de Semillas. La recolección de semillas de *G. sepium* en Guatemala fue importante para la diversificación del programa de semillas, como alternativa al uso de leucaena.

El nivel de participación comunitaria que NFP ha tenido en la recolección de semillas, especialmente de gliricidia, demuestra que los agricultores pueden cumplir con este tipo de trabajo y servir como fuente viable de semillas forestales si las organizaciones ofrecen la capacitación, dirección e incentivos necesarios. La participación comunitaria en la producción y recolección de semillas forestales puede ser de beneficio mutuo a los proyectos forestales y las comunidades rurales.

## **Referencias**

PROYECTO NUEVOS BOSQUES/ANACAMPRO. Reportes mensuales del Proyecto Agroforestal Guatemala, 1990 - 1995.



## ***Tema 6***



# ***Recolección y Manejo de Semillas Forestales***



# Estandarización de técnicas de laboratorio para el manejo de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*

Juan Samaniego\*; Enrique Trujillo\*\*;  
Luis Fernando Jara\*\*; Pedro Oñoro\*\*\*

**Para determinar y homogenizar las técnicas de análisis de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora*, se realizaron pruebas de germinación bajo diferentes condiciones ambientales y tratamientos pregerminativos a nivel de laboratorio. Los resultados podrán ser la base para desarrollar protocolos de trabajo en análisis de semillas para programas de certificación de especies forestales tropicales.**

## Introducción

La semilla es el material biológico fundamental en la propagación sexual de las plantas. Por ello, es motivo de investigaciones encaminadas a conocer aspectos biológicos y físicos, y de cómo estos influyen en su capacidad de germinación (Rojas 1989). Sin embargo, la poca información disponible y el uso en muchos casos de metodologías diferentes respecto al manejo adecuado de semillas de especies forestales tropicales, pone de manifiesto la necesidad de estandarizar los sistemas de trabajo en los centros de análisis de semillas.

Salvo en el caso de algunas especies muy conocidas, como *Tectona grandis*, la investigación sobre semillas forestales tropicales ha sido insuficiente. Existen vacíos evidentes sobre las diferentes técnicas de manejo y respuesta de las semillas a tratamientos específicos, que hagan posible un mejor conocimiento de sus características fisiológicas (Del Castillo y Trujillo 1990).

La investigación se desarrolló para determinar y estandarizar las técnicas de análisis de semillas de *S. macrophylla* y *C. alliodora*, evaluar la calidad física y respuesta de la germinación a tratamientos específicos (temperaturas, sustratos, pH del medio y tratamientos pregerminativos).

La caoba presenta una germinación hypogea, muy regular. A nivel de laboratorio, la germinación se inicia ocho días después de sembradas las semillas y finaliza a los 21 días; en el vivero, la germinación normalmente se inicia a los 15 días y finaliza a los 45.

Según Bermúdez (1993), el laurel presenta una germinación muy irregular, con porcentajes de germinación que van desde 43 hasta 84%, tanto en laboratorio como en vivero. Si se utilizan

---

\* Estudiante, Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\* Proyecto de Semillas Forestales, PROSEFOR/DANIDA, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\*\* Profesor, Escuela de Posgrado, CATIE, Turrialba Costa Rica

---

semillas frescas, la germinación puede ser superior al 85% (Estación Biológica La Selva, 1992). La germinación es epígea, empezando normalmente a los nueve días y tarda 25 en completarse.

## Metodología

Los trabajos se realizaron en el laboratorio del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) en el CATIE, Turrialba, Costa Rica. Se hicieron pruebas de contenido de humedad, pureza, peso, germinación, se usó la metodología propuesta por ISTA, 1976. Para analizar el efecto de la temperatura en la germinación de las semillas en tres diferentes cabinas de germinación, se probaron para ambas especies cinco niveles: 26°C, 28°C, 30°C y 34°C, bajo un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Se usó luz alterna (16 horas luz y 8 sin luz); sustrato de arena de río lavada y desinfectada, se evaluó la germinación diariamente. Se utilizaron 50 semillas de caoba por repetición y 100 semillas de laurel.

Para analizar el efecto del sustrato en la germinación, se probaron para ambas especies tres tratamientos: papel toalla, arena de río y mezcla de arena con tierra en proporción 1:1. Se preparó una solución de cloro disuelta en agua al 1% para desinfectar el papel toalla, la cual se realizó mediante imbibición y posterior secado antes de usarla. La arena se tamizó y lavó con agua reiteradas veces, hasta dejarla limpia; luego, utilizando una solución de cloroformo al 5% disuelta en agua, se regó y cubrió con plástico durante tres días, para asegurar una completa desinfección. En proporción 1:1 se preparó una mezcla de arena y tierra; para su desinfección se utilizó cloroformo al 5%, se cubrió con plástico durante tres días.

Para evaluar la respuesta de la germinación a diferentes niveles del pH del medio, se prepararon tres soluciones: pH<sub>4</sub>, pH<sub>7</sub> y pH<sub>10</sub>, las cuales se aplicaron en el riego al momento de la siembra. Utilizando un "pH-metro" y reactivos de HCl y KOH, se prepararon dichas soluciones. Para obtener pH<sub>4</sub> se tomó un litro de agua, al cual se le agregó HCl con un gotero y con el pH-metro, se calibró el pH de la solución hasta obtener el pH<sub>4</sub> deseado. De igual manera se hizo para obtener el pH básico de 10, sólo que el reactivo utilizado fue KOH.

Para analizar el efecto de la luz en la germinación, se probaron para ambas especies dos tratamientos, luz permanente durante 24 h y luz alterna (16 h con luz y ocho sin luz). Con el uso de 16 lámparas de neón de 39 watt cada una, se mantuvo luz en la cámara germinadora. La mitad de los tratamientos (36) recibieron luz durante 24 h y para la otra mitad (36), la luz se reguló utilizando cajitas de cartulina de color negro; se cubrieron durante ocho h y el resto del día (16 h) recibieron luz permanente.

Para probar el efecto de los sustratos, pH y luz, se utilizó un diseño de bloques completos al azar en arreglo factorial, con cuatro repeticiones, con una combinación de 3 sustratos x 3 niveles de pH x 2 períodos de luz, totalizando 18 tratamientos. La germinación se evaluó diariamente; se mantuvo la temperatura constante a 30°C; humedad relativa de 30% en la cámara germinadora y de 87% dentro de las cajitas germinadoras.

La variable evaluada fue la germinación diaria, con base en ella se pudo calcular las variables de interés: germinación acumulada, efecto del sustrato, efecto del pH del medio y la influencia de la

luz en la germinación para ambas especies. Para la comparación de medias de los tratamientos se utilizó la prueba de Duncan (Steel & Torrie 1988) y el arcoseno de  $\sqrt{x}$  para la transformación de los datos.

### Tratamientos pregerminativos

Para analizar el efecto de estos tratamientos en la germinación, se probaron para caoba y laurel seis y cinco tratamientos respectivamente: testigo (sin trat.), corte, imbibición en agua durante 24 h e imbibiciones en ácido giberélico (10 ppm, 100 ppm y 500 ppm). Para obtener una concentración de 500 ppm, se disolvieron 12.5 mililitros de giberelina (4%) en un litro de agua; 2.5 y 0.125 mililitros en un litro de agua para obtener concentraciones de 100 y 10 ppm, respectivamente.

El corte se practicó sólo a las semillas de *S. macrophylla*, en la posición opuesta al embrión; el resto de los tratamientos se practicó a las dos especies; para las imbibiciones en soluciones preparadas de giberelina, se calcularon curvas de "imbibición" tomando en cuenta el peso de la muestra de semillas (capacidad de absorción), respecto al tiempo de imbibición transcurrido. Los tiempos de imbibiciones obtenidos fueron de 26 h y 15 minutos para caoba y laurel, respectivamente.

Para analizar el efecto de los tratamientos pregerminativos, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con cuatro repeticiones. Para caoba, se utilizó luz alterna (16 h luz y 8 sin luz), mezcla de tierra y arena como sustrato; temperatura de 30°C. Para laurel, la luz fue permanente durante las 24 h, sustrato de arena, también se evaluó la germinación diariamente, con base en ella se calculó la germinación acumulada y el efecto de las diferentes concentraciones de giberelina en la germinación. Por repetición, se utilizaron 50 semillas de caoba y 100 de laurel.

### Resultados y discusión

*Swietenia macrophylla*. Del análisis de la calidad física de las semillas de caoba (pruebas de rutina) se obtuvieron los resultados siguientes:

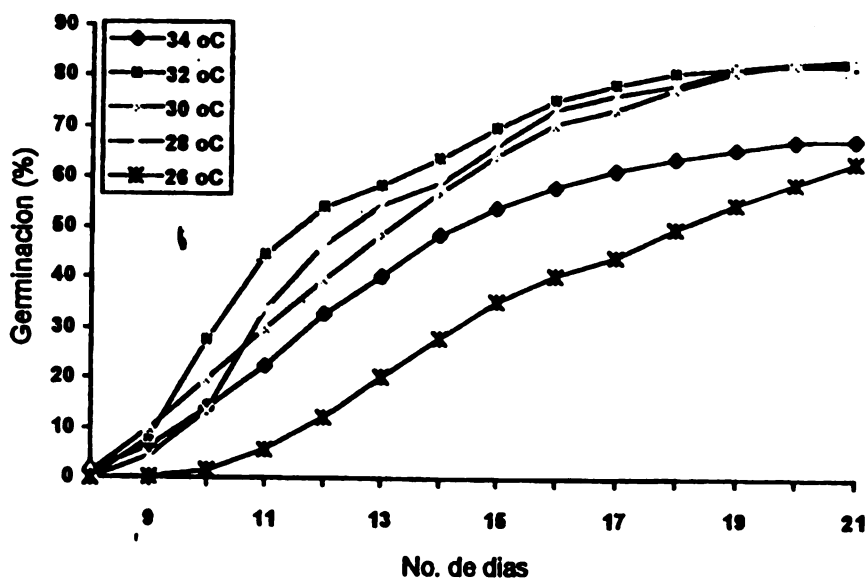
Contenido de humedad (CH)	4.8%
Pureza	98.85%
Peso mil semillas	478.12% g
Nº de semillas puras/kg	2091
Nº de semillas puras + impuras/kg	2068
Germinación	77%
Energía germinativa	13 días

### Efecto de la temperatura sobre la germinación

Los resultados muestran que estadísticamente hay diferencias altamente significativas

( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos probados. Los mejores resultados se obtuvieron con la temperatura de 30 °C; asimismo, con la temperatura de 26°C se obtuvo la germinación más baja. (Fig. 1). A 30°C de temperatura se logró un 83.6% de germinación acumulada a los 21 días, y a 26°C el porcentaje fue de 63.3%, o sea que hay una diferencia de 20.3% entre los tratamientos extremos. La mejor temperatura para la germinación de caoba es 30°C y ésta puede variar de 28°C a 32°C sin influir en la germinación.

Los promedios de los tratamientos según la prueba de Duncan, muestran que estadísticamente no hubo diferencias significativas en la germinación entre las temperaturas de 28°C, 30°C y 32°C (Cuadro 1). También muestra que estadísticamente hay diferencias significativas entre 26°C, 34°C y el resto de las temperaturas.



**Figura 1.** Efecto de la temperatura en la germinación de semillas de *Swietenia macrophylla*. (caoba).

**Cuadro 1.** Comparación entre promedios de germinación de las temperaturas probadas (Prueba de Duncan).

Tratamientos (°C)	Promedios	Significancia*
30	83.6	A
28	83.0	A
32	82.5	A
34	67.6	B
26	63.3	B

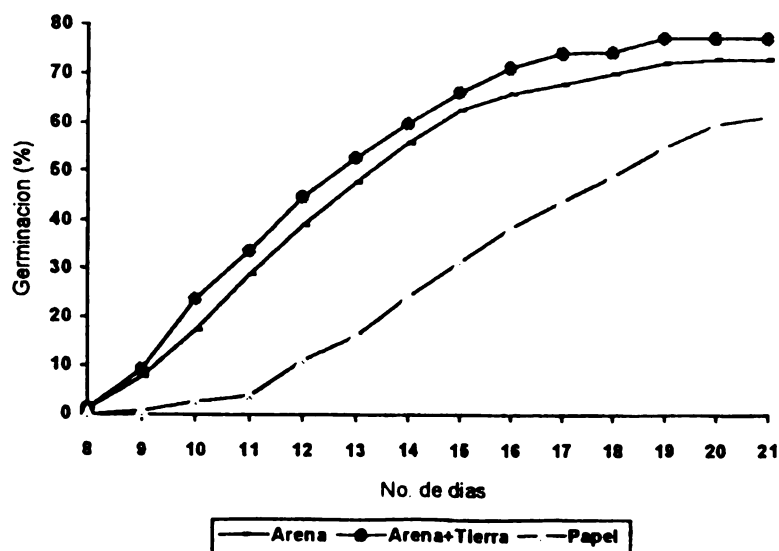
\*Promedios con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas ( $P < 0.01$ ), según prueba de Duncan.

### Efecto de los sustratos en la germinación

Se determinó que estadísticamente hay diferencias altamente significativas (0.01) entre los tres sustratos probados, los mejores resultados se obtuvieron con la mezcla de tierra y arena en proporción 1:1, seguida del sustrato arena; los resultados en papel germinador fueron los más bajos, además, presentó problemas de infestación de hongos (Fig. 2).

Con la mezcla (tierra-arena) se logró un 77,4% de germinación acumulada a los 21 días, y con el papel germinador el porcentaje fue de 61.3%, o sea que hay una diferencia de 16.1% entre los tratamientos extremos.

Los promedios de los tratamientos con base en la prueba de Duncan, muestran que estadísticamente hubo diferencias significativas entre los sustratos arena-tierra y arena vs papel toalla, y que entre los sustratos de arena-tierra y arena no hubo diferencias significativas (Cuadro 2).



**Figura 2.** Efecto de los sustratos en la germinación de semillas de *Swietenia macrophylla*.

## Efecto del pH del medio en la germinación

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos probados. Los promedios de germinación alcanzados fueron de 72%, 71.5% y 68.3% para pH de 4,7 y 10, respectivamente. Las pruebas de medias de los tratamientos de Duncan, muestran que estadísticamente no hubo diferencias significativas entre los tres niveles de pH probados (Cuadro 2).

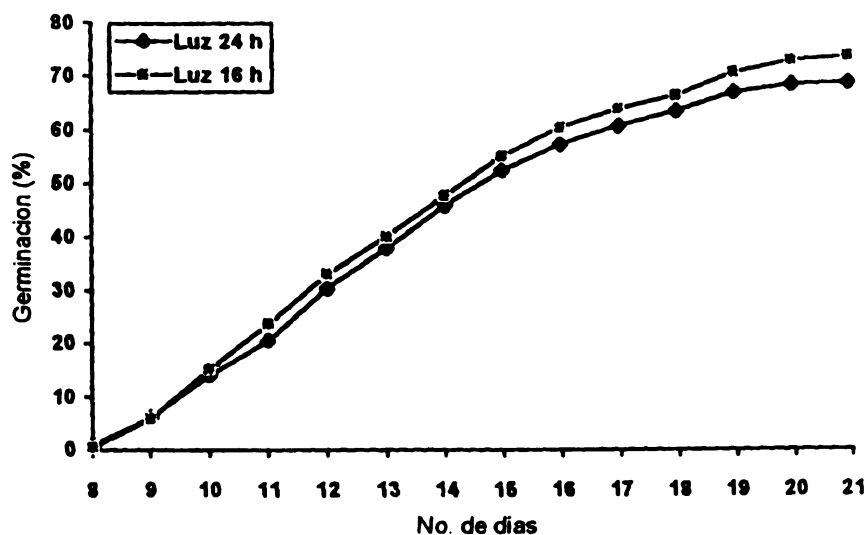
**Cuadro 2.** Comparación entre promedios de germinación de los sustratos pH y luz probadas (Prueba de Duncan).

Tratamientos	Promedios	Significancia*
<b>Sustratos</b>		
Arena-tierra	77.4	A
Arena	73.1	A
Papel germinador	61.3	B
<b>pH del medio</b>		
pH <sub>4</sub>	72.0	A
pH <sub>7</sub>	71.5	A
pH <sub>10</sub>	68.3	A
<b>Luz</b>		
16 h luz y 8 sin luz	72.9	A
luz 24 horas	68.2	B

\*Promedios con diferentes letras presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), según prueba de Duncan.

## Efecto de la luz en la germinación

Se detectaron diferencias significativas (0.05) entre los tratamientos probados. Los resultados mejores se lograron con luz alterna (16 h luz, 8 sin luz). Con este tratamiento se logró un 72 % de germinación acumulada a los 21 días, y con luz permanente durante 24 h, el porcentaje fue de 68.2%, o sea que hay una diferencia de 4.7% entre los dos tratamientos (Fig. 3). Las pruebas de medias de los tratamientos de Duncan, muestran que hay diferencias significativas entre los dos tratamientos de luz probados (Cuadro 2).



**Figura 3.** Efecto de la luz sobre la germinación de semillas de *Swietenia macrophylla*.

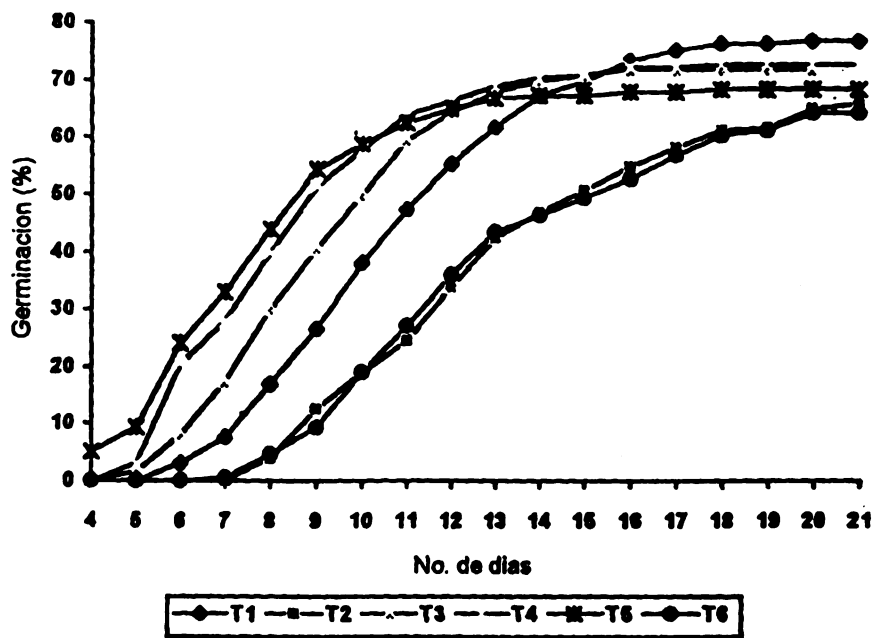
### Efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación de caoba

Hay diferencias estadísticamente significativas ( $p/0.05$ ) entre los tratamientos probados; los resultados mejores se obtuvieron al imbibir las semillas de caoba en agua durante 24 h. Con este tratamiento se logró un 77.0% de germinación acumulada a los 21 días, y con el corte de las semillas el porcentaje fue de 64.5%, o sea que hay una diferencia del 12.5%, entre los tratamientos extremos (Fig. 4).

No se encontró diferencias significativas entre las diferentes concentraciones 10, 100 y 500 ppm) de giberelina utilizadas; sin embargo, los porcentajes de germinación fueron de 72, 73 y 68.5% para 10, 100 y 500 ppm de giberelina, respectivamente, los que al final del experimento resultaron mejores que el testigo (sin tratamiento), cuyo porcentaje de germinación fue de 65%.

El efecto de los tratamientos pregerminativos también se muestra en la velocidad de germinación de las semillas de caoba. Para los tratamientos pregerminativos hormonales (10, 100 y 500 ppm de giberelina), el valor máximo de la velocidad de germinación se obtuvo entre los 8 y 10 días después de sembradas las semillas; no obstante, para el testigo el valor máximo se alcanzó a los 17 días de sembradas las semillas.

La germinación, en las semillas tratadas con giberelina, se inició primero y el tiempo de germinación fue menor, empezando la germinación a los cuatro días y terminando a los 15 días. La velocidad de germinación o energía germinativa es de importancia ya que su teoría se basa en que probablemente sólo las semillas que germinan con rapidez y vigor, en condiciones favorables de laboratorio, serán capaces de producir plántulas normales en las condiciones de vivero, en donde una germinación débil o retrasada no es conveniente (Aldous 1972, citado por Willam 1991).



T1 = Agua 24 horas      T4 = Giberelina 100 ppm  
 T2 = Testigo (sin tratamiento)    T5 = Giberelina 500 ppm  
 T3 = Giberelina 10 ppm      T6 = Corte

**Figura 4.** Efecto de los tratamientos pregerminativos sobre la germinación de semillas de *Swietenia macrophylla*.

Al combinar los mejores resultados obtenidos: temperatura de 30°C mezcla de tierra:arena, pH<sub>7</sub>, luz alterna, 30% de humedad relativa en la cámara germinadora y 87% dentro de las cajitas (transparentes) germinadoras, riego al inicio (una vez), imbibición de las semillas en agua durante 24 h y manteniendo las cajitas cerradas durante todo el proceso, resultó que la germinación del caoba (85.0%) fue mejor en un 9.4% respecto al resultado de germinación obtenido en la prueba de rutina (77%), realizada antes de esta serie de experimentos.

***Cordia alliodora*.** Del análisis de la calidad física de las semillas del laurel (pruebas de rutina) se obtuvieron los siguientes resultados:

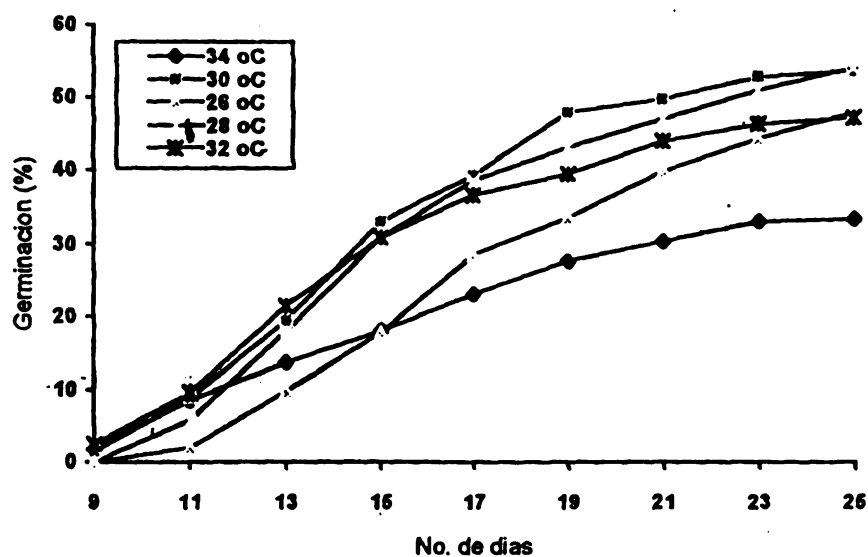
Contenido de humedad (CH)	6.5%
Pureza	99.11%
Peso mil semillas	9.69% g
Nº de semillas puras por kg	103,354
Nº de semillas puras + impuras por kg	102,354
Germinación	45%
Energía germinativa	17 días



## Efecto de la temperatura sobre la germinación

Los resultados muestran que estadísticamente hay diferencias altamente significativas ( $p/0.01$ ) entre los cinco tratamientos probados; sin embargo, no hay diferencias significativas entre las repeticiones o bloques. Los mejores resultados se obtuvieron con las temperaturas de 28 y 30°C. Con la temperatura de 34°C la germinación fue la más baja (Fig. 5).

A 28°C se logró un 54.0% de germinación acumulada a los 25 días, y a 34°C el porcentaje fue de 33.5%, o sea que hay una diferencia de 20.5% entre los tratamientos extremos (Cuadro 3).



**Figura 5.** Efecto de la temperatura en la germinación de semillas de *Cordia alliodora*. (laurel).

**Cuadro 3.** Comparación entre promedios de germinación de las temperaturas probadas (Prueba de Duncan).

Tratamientos (°C)	Promedios	Significancia*
28	54.0	A
30	53.7	A
26	48.0	A
32	47.2	A
34	33.5	B

\*Promedios con diferentes letras presentan diferencias altamente significativas ( $P<0.01$ ), según prueba de Duncan.

---

Las pruebas de medias (Duncan) de los tratamientos, muestran que existen diferencias altamente significativas entre 34°C y el resto de las temperaturas probadas, y que entre las temperaturas de 26, 28, 30 y 32°C no hay diferencias estadísticamente significativas (Cuadro 3). La mejor temperatura para germinar laurel en laboratorio es de 28°C, y ésta puede variar desde 26°C hasta 32°C sin influir en la germinación.

### **Efecto de los sustratos en la germinación**

Estadísticamente hay diferencias altamente significativas (0.01) entre los tres sustratos ensayados; los mejores resultados se obtuvieron con el papel toalla, seguida del sustrato arena; los resultados con la mezcla arena:tierra fueron los más bajos. Con el papel toalla se logró un 46.0% de germinación acumulada a los 25 días y con la mezcla arena:tierra el porcentaje fue de 38,5, o sea que hay una diferencia de 7.5% que no es muy grande entre los tratamientos extremos (Fig. 6). A pesar que el papel toalla fue el mejor sustrato, es cuestionable su uso en la germinación de semillas de laurel, ya que hubo problemas con la proliferación de hongos, causantes inclusive de la muerte de algunas semillas.

Para utilizar sustrato de papel es necesario regar las semillas con algún fungicida (Dithane M-45), en dosis de 10 g/litro de agua, mantener una humedad óptima, porque el exceso aumenta la proliferación de los hongos.

La comparación de medias (Duncan) de los tratamientos muestran que hay diferencias significativas entre el papel toalla y los otros dos tratamientos, y entre la mezcla de arena:tierra y arena no hay diferencias significativas.

### **Efecto del pH del medio en la germinación**

Estadísticamente hay diferencias altamente significativas ( $p/0.01$ ) entre los tres tratamientos probados. Los mejores resultados se obtuvieron con  $pH_4$ ; con el pH neutro (7) se obtuvo la germinación más baja. Asimismo, con  $pH_4$  se logró un 45.5% de germinación acumulada a los 25 días y con  $pH_7$  el porcentaje fue de 35.5%, o sea que hay una diferencia de 10.0% entre los tratamientos extremos (Fig. 7).

La comparación entre promedios de los tratamientos con base en la prueba de Duncan, muestran que hay diferencias significativas entre  $pH_4$ ,  $pH_{10}$  vrs  $pH_7$ , y que entre los  $pH_4$  y  $pH_{10}$  no hay diferencias significativas.

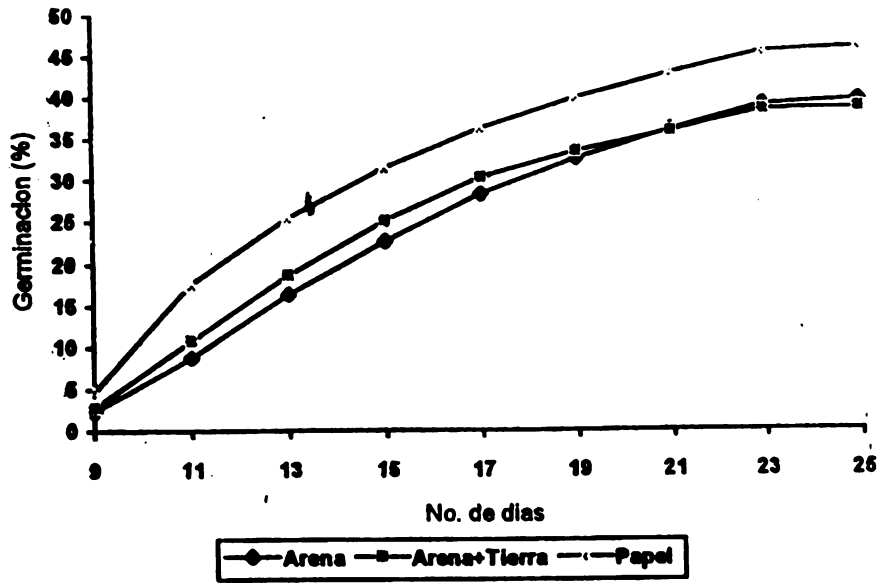


Figura 6. Efecto de los sustratos en la germinación de semillas de *Cordia alliodora*.

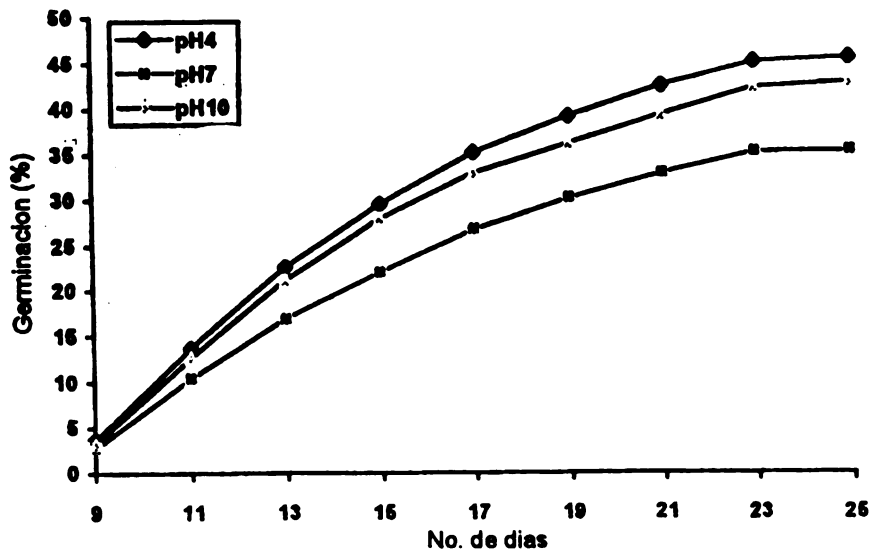


Figura 7. Efecto del pH del sustrato en la germinación de semillas de *Cordia alliodora*.

## Efecto de la luz en la germinación

Los resultados muestran que estadísticamente no hay diferencias significativas entre los dos tratamientos probados; el porcentaje de germinación para el tratamiento de luz permanente durante 24 horas fue de 42.3% y para luz alterna (16 horas luz, 8 sin luz) el porcentaje fue de 40%. En este caso, debido a la comodidad, es preferible mantenerlas con luz permanente (Cuadro 4).

Estadísticamente la mejor interacción se obtuvo al combinar el papel germinador con pH<sub>10</sub> y luz alterna; la germinación fue de 54.5%. Sin embargo, por los problemas ocasionados con el papel germinador (hongos), esta combinación no es recomendable. En su lugar se recomienda utilizar arena, pH<sub>4</sub> y luz alterna.

**Cuadro 4.** Comparación entre promedios de germinación de los sustratos pH y luz probadas en semillas de *Cordia alliodora* (Prueba de Duncan).

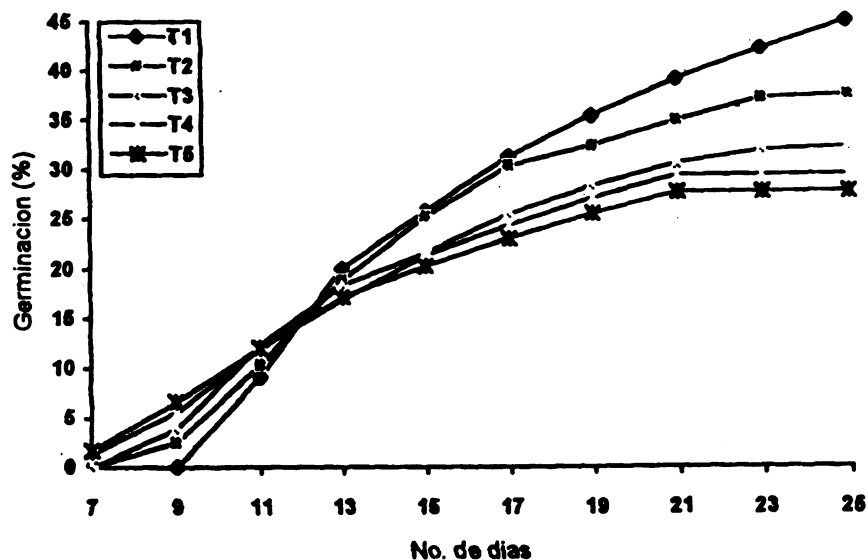
Tratamientos	Promedios	Significancia*
<b>Sustratos</b>		
Papel germinador	46.0	A
Arena	39.4	B
Arena-tierra	38.5	B
<b>pH del medio</b>		
pH <sub>4</sub>	45.5	A
pH <sub>10</sub>	43.0	A
pH <sub>7</sub>	35.5	B
<b>Luz</b>		
Luz 24 h	42.3	A
16 h luz y 8 sin luz	40.4	A

\*Promedios con diferentes letras presentan diferencias significativas ( $P < 0.05$ ), según prueba de Duncan.

## Tratamientos pregerminativos

En ningún caso la imbibición de las semillas en las soluciones de giberelina, o la imbibición en sólo agua superara el testigo (sin tratamiento) (Fig. 8). Estadísticamente hay diferencias significativas ( $p < 0.01$ ) entre los tratamientos probados; con el testigo (sin tratamiento) se logró un 44.7% de germinación acumulada a los 25 días, y con la imbibición en solución de giberelina (500 ppm) el porcentaje fue de 27.7%, o sea que hay una diferencia de 17% entre los tratamientos extremos (Fig. 8).

No se encontraron diferencias significativas entre las diferentes concentraciones (10, 100 y 500 ppm) de giberelina utilizadas; los porcentajes de germinación fueron de 32.0, 29.5 y 27.7% para 10, 100 y 500 ppm de giberelina, respectivamente.



T1 = Testigo (sin tratamiento) T4 = Giberelina 100 ppm  
 T2 = Agua, 15 minutos T5 = Giberelina 500 ppm  
 T3 = Giberelina 10 ppm

**Figura 8.** Efecto de los tratamientos pregerminativos en la germinación de semillas de *Cordia alliodora*.

Al combinar los mejores resultados obtenidos: temperatura de 28 °C ,arena, pH<sub>4</sub>, luz 24 horas, 30% de humedad relativa en la cámara germinadora y 87% dentro de las cajitas (transparentes) germinadoras, riego una vez, sin tratamientos pregerminativos y manteniendo las cajitas cerradas durante todo el proceso, resultó que la germinación del laurel (53.7%) fue mejor en 16.2% respecto al resultado de germinación obtenido en las pruebas de rutina (45%), realizadas antes de esta serie de experimentos.

### Conclusiones

A nivel de laboratorio, la germinación de caoba se inicia a los ocho días y finaliza a los 21 días; para el laurel, la germinación se inicia a los nueve días y finaliza a los 25 días.

Una temperatura constante de 30°C y de 28°C respectivamente, son necesarias para maximizar la germinación de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* a nivel de laboratorio.

La mezcla de tierra y arena de río en proporción 1:1, permiten maximizar la capacidad

germinativa de las semillas de *Swietenia macrophylla*; de igual manera, la arena de río utilizada como sustrato, es la más recomendable para la germinación de *C. alliodora* a nivel de laboratorio.

Un pH7 (neutro) del medio de germinación (sustratos), para las semillas de caoba y un pH ácido (>4) para las semillas de laurel, permiten maximizar la capacidad germinativa de ambas especies, bajo condiciones controladas.

La luz controlada (16 h luz y 8 h sin luz) para caoba y luz permanente durante 24 horas para el laurel, son necesarias para aumentar la capacidad germinativa de sus semillas, a nivel de laboratorio.

La imbibición de las semillas de caoba durante 26 h en solución de giberelina, en una concentración de 100 ppm, es recomendable para obtener una germinación uniforme y en menor tiempo. Por otra parte *Cordia alliodora* no respondió a los tratamientos pregerminativos probados.

La combinación de los mejores tratamientos obtenidos en cada experimento, mejoró la germinación de las semillas en 9.4% y 16.2% para *S. macrophylla* y *C. alliodora*, respectivamente respecto a la germinación obtenida en las pruebas de rutina.

Se recomienda realizar pruebas similares para las demás especies forestales del trópico, con el fin de definir cuáles son las técnicas más apropiadas para su manejo a nivel de laboratorio, y que estas técnicas puedan ser utilizadas de manera generalizada, lo que permitirá comparar los resultados que se obtienen en los distintos centros de análisis de semillas.

## Literatura citada

- BERMUDEZ, R.F. 1993. Efecto de cuatro dosis de vitavax y benlate en el porcentaje de germinación de *Cordia alliodora* en Costa Rica. In II Convención Centroamericana de Semillas Forestales (Memoria). (1993, Siguatepeque, Honduras, C.A.). p. 240-259.
- DEL CASTILLO, A.R.; TRUJILLO, E. 1990. Estudios fisiológicos en semillas de tomate de árbol. INDERENA (PAFC-PLANIF). Bogotá, Colombia, Diciembre 1990. 7-40 p.
- ESTACION BIOLOGICA LA SELVA. 1992. Segundo encuentro regional sobre especies forestales nativas de la zona norte y atlántica de Costa Rica. Sarapiquí, C.R. 24-25. set. 1992. p. 38-42.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1976. International rules for seed testing. Seed Science and Technology (Switzerland) 209 p.
- ROJAS, C., E.A. 1989. Germinación de catorce especies forestales en San Ramón. Banco de Semillas, Estación Experimental Forestal. San Ramón, Costa Rica. Documento N° 67. 41 p.
- STEEL, R.G.; TORRIE, J. H. 1988. Bioestadística. Principios y Procedimientos. México. McGraw Hill/Interamericana. 622 p.
- WILLANM R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, FAO. 502 p.

# Osmocondicionamiento, secado y almacenamiento de semillas de *Esenbeckia leiocarpa* Engl (guarantã), *Eucalyptus citriodora* Hook y *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden)

Gustavo Torres Córdoba\*

Se evaluó la emergencia de semillas de *Esenbeckia leiocarpa* (guarantã), *Eucalyptus citriodora* y *Eucalyptus grandis*, después de someterse a osmocondicionamiento en solución de PEG 6000. Las semillas se colocaron en embección en soluciones de polietileno glicol (PEG 6000) con potenciales osmóticos de 0.0, -0.2, -0.4, y -0.6 MPa, posteriormente, se sometieron o no a secado con aire y se almacenaron por tres períodos (0, 15 y 30 días), bajo dos temperaturas (5 y 20°C). Este experimento se evaluó bajo un diseño factorial. Para lograr un mayor porcentaje de emergencia, las semillas de guarantã, después del osmocondicionamiento, deben utilizarse inmediatamente o bien almacenarse por un máximo de 15 días a 5°C. El osmocondicionamiento sólo será efectivo para *E. citriodora* cuando la viabilidad de las semillas sea menor de 70.75%. Las semillas de *E. grandis* respondieron positivamente al osmocondicionamiento, con restricción apenas para las que recibieron secado con aire y fueron almacenadas por 30 días a 20°C. En las tres especies estudiadas, la mejor conservación de las semillas se logran cuando no reciben secado con aire, después del osmocondicionamiento y son almacenadas a 5°C.

## Introducción

En Brasil, la creciente necesidad de madera, sobre todo para fines energéticos y de celulosa, ha incentivado el desarrollo en gran escala de la reforestación con especies de crecimiento rápido, sobresaliendo el género *Eucalyptus*. La reforestación se ha establecido, en su mayoría, en áreas de cerrado, en las cuales la baja fertilidad del suelo y desuniformidad de las lluvias ocasionan un alto grado de mortalidad de plántulas en el campo, así como un menor crecimiento inicial (Façanha 1983).

La calidad de la reforestación depende en mucho de la calidad de la plántula (Carvalho 1992). Cuando se trata de propagación a partir de semilla, es necesario que la emergencia sea rápida y homogénea, para lograr uniformidad de las plántulas.

El agua es uno de los factores que más influyen en el proceso de emergencia. Frecuentemente semillas viables no pueden germinar debido a condiciones ambientales adversas, como las que ocurren durante períodos secos.

El estrés osmótico y las lluvias esporádicas al inicio de la estación lluviosa, pueden actuar como pre-tratamiento y favorecer la emergencia, a partir del momento en que el suelo alcance un déficit hídrico moderado (Cordero y Di Stefano 1991). Este fenómeno puede ser reproducido en condiciones controladas de laboratorio, el cual es denominado "priming" u osmocondicionamiento.

---

\*Instituto Tecnológico de Costa Rica, Depto. de Ingeniería Forestal, Cartago, Costa Rica

---

El osmocondicionamiento para semillas de especies agrícolas, con base en resultados de investigaciones realizadas, constituye una importante técnica, en virtud de su aplicación práctica. Sin embargo, para semillas de especies forestales hay escasez de estudios sobre su comportamiento bajo esas condiciones de estrés ambiental.

El presente trabajo pretende verificar el comportamiento de algunas semillas de especies forestales al ser sometidas a osmocondicionamiento; también se evaluó el efecto del secado, tiempo y temperatura de almacenamiento sobre la emergencia de la radícula.

## **Materiales y métodos**

Se utilizaron semillas de *Esenbeckia leiocarpa* Engl (guarantã), *Eucalyptus citriodora* Hook y *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden). El presente estudio se realizó a cabo en el Laboratorio de Análisis de Semillas Forestales de la Universidad Federal de Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

Antes de proceder al osmocondicionamiento se seleccionaron dos lotes de 1000 semillas de cada especie. Las semillas de uno de los grupos fue pesada, debiendo después del osmocondicionamiento, alcanzar nuevamente ese peso inicial.

Las semillas se sometieron a potenciales osmóticos de 0.0, -0.2, -0.4; y -0.6 MPa, inducidos con agua destilada y polietileno glicol de masa molar 6000 (PEG 6000). El testigo consistió en agua destilada y la tensión molar de PEG, para cada potencial, se calculó conforme a Michel y Kaufmann (1973). Las semillas se sumergieron en 30 ml de cada solución o bien de agua destilada, dentro de cajas gerbox y sobre dos láminas de papel filtro, cerradas herméticamente.

El tiempo de embebición de las semillas en cada condición y según la especie, se determinó con base en los resultados de una evaluación previa de embebición bajo estrés hídrico. Posteriormente cada lote de semillas fue retirado y 500 semillas de cada grupo se sometieron a los siguientes tratamientos de secado:

a) Secado superficial con papel toalla bajo condiciones normales de ambiente, por cinco minutos, con el fin de retirar el agua superficial de las semillas; método adaptado de Eira (1988).

b) Secado con circulación de aire. Para tal efecto se construyó una caja de madera de 0.01 m<sup>3</sup>, con un orificio lateral para la entrada del aire y otro con diámetro mayor en la tapa para su salida. Para generar el flujo de aire se utilizó un secador capilar convencional, regulado en la menor velocidad en condición fría, para lograr de esa manera una temperatura constante de 32°C. En el orificio de la tapa se colocaron las semillas dentro de tamices de metal. El secado se mantuvo hasta que las semillas obtuvieran de nuevo su peso inicial. El tiempo medio de secado fue: guarantã 150 minutos, *E. citriodora* 34 minutos y *E. grandis* 17 minutos.



---

Una vez secas, las semillas se almacenaron durante 15 y 30 días, bajo dos condiciones diferentes: a 5°C en cámara fría y a 20°C en antecámara.

Se almacenaron fueron frascos de vidrio de 50 ml, en los que se colocó un total de 100 semillas para posteriormente sellarlos con papel parafilm alrededor de la tapa de hule.

Antes del almacenamiento, se colocaron dos muestras de 100 semillas cada una, correspondientes a cada tratamiento de secado, con el fin de evaluar la respuesta en ausencia de almacenamiento. Las semillas condicionadas así, secas y almacenadas constituyeron los tratamientos. El parámetro evaluado fue el porcentaje final de emergencia y su determinación se llevó a cabo con cinco repeticiones de 20 semillas cada una.

En la evaluación del osmocondicionamiento, los tratamientos, en diseño factorial, fueron la presencia y ausencia de secado al aire, tres períodos de (0, 15 y 30 días) y dos temperaturas de almacenamiento (5 y 20°C), dispuestos en diseño aleatorio. El análisis estadístico de los datos se realizó separadamente para cada especie, por medio del Sistema de Análisis Estadísticos y Genéticos (SAEG) desarrollado en la Universidad Federal de Viçosa.

## **Resultados**

Los resultados referentes a los efectos del osmocondicionamiento se presentan y discuten por especie estudiada. El Cuadro 1 presenta los valores medios de los porcentajes de emergencia de los testigos.

***Esenbeckia leiocarpa***. Comparada la emergencia del testigo (85%) para semillas sin almacenamiento y sin osmocondicionamiento, con la emergencia de 87% para semillas almacenadas por 15 días a 5°C (Cuadro 1), el osmocondicionamiento de las semillas no aumentó significativamente la emergencia de las radículas, con excepción de los tratamientos T6 y T7 (92,2 y 91,4 respectivamente) (Cuadro 2).

**Cuadro1.** Valores medios de los porcentajes de emergencia de semillas de *E. leiocarpa*, *E. citriodora* y *E. grandis*, sometidas a diferentes tiempos y temperaturas de almacenamiento.

Especie	Tiempo (días)	Temperatura (°C)	Emergencia (%)*
<i>E. leiocarpa</i>	0	-	85
	15	5	87
	15	20	86
	30	5	85
	30	20	84
<i>E. citriodora</i>	0	-	85
	15	5	86
	15	20	86
	30	5	84
	30	20	85
<i>E. grandis</i>	0	-	72
	15	5	75
	15	20	72
	30	5	74
	30	20	75

\* Media de cinco repeticiones

**Cuadro 2.** Ecuaciones de regresión ajustadas para los valores de emergencia (Y) en semillas de *E. leiocarpa*, en función de los potenciales osmóticos (X) obtenidos por solución de PEG.

Tratamiento	Almacenamiento (días)	Temperatura (°C)	Ecuaciones <sup>1</sup>	R	Valor de X para el máximo (MPa)	Emergencia máxima esperada (%)
<b>Con secado al aire</b>						
T1	0	-	$Y = 13.50 + 2.50 * X$	0.64	-0.60	21.00 <sup>2</sup>
T2	15	5	$Y = 13.00 - 8.33 * X + 14.00 * X^2 - 3.66 X^3$	1.00	-0.44	23.46
T3	15	20	$Y = 17.00 - 45.33 ** X + 64.50 ** X^2 - 16.6 ** X^3$	1.00	-0.44	57.39
T4	30	5	$Y = 12.00 - 21.50 * X + 39.00 * X^2 - 10.5 * X^3$	1.00	-0.43	41.70
T5	30	20	$Y = 5.00 - 26.66 * X + 41.50 * X^2 - 10.83 * X^3$	1.00	-0.43	31.90
<b>Sin secado al aire</b>						
T6	0	-	$Y = 83.80 + 2.80 * X$	0.89	-0.60	92.20 <sup>2</sup>
T7	15	5	$Y = 77.60 + 4.60 ** X$	0.82	-0.60	91.40 <sup>2</sup>
T8	15	20	$Y = 5.50 + 4.00 ** X$	0.79	-0.60	17.50 <sup>3</sup>
T9	30	5	$Y = Y = 0.75$	-	-	0.75 <sup>3</sup>
T10	30	20	$Y = Y = 0.00$	-	-	0.00 <sup>3</sup>

<sup>1</sup> Obtenida al considerar X=0; X=3; <sup>2</sup> Emergencia estimada para el mayor valor de X estudiado

<sup>3</sup> Valor correspondiente a la emergencia media estimada, a razón de la no existencia del efecto de PEG

\* Significativo a 1% \*\*; Significativo a 5%

Las semillas de esta especie al ser almacenadas por 30 días en la condición sin secado al aire, tanto a 5°C (T9) como a 20°C (T10), prácticamente no emergieron y además no respondieron al PEG, siendo los tratamientos peores. En esos dos tratamientos las semillas presentaron deterioro como consecuencia de la fuerte incidencia de hongos, tanto externa como internamente. Ese efecto fue consecuencia del tiempo de almacenamiento de las semillas con un alto grado de humedad.

En relación con los tratamientos T6 y T7, aparentemente, la humedad absorbida durante el pre-tratamiento, fue suficiente para desencadenar procesos metabólicos críticos para ocasionar la emergencia. El osmocondicionamiento con PEG cuando se comparó con los valores de los testigos (Cuadro 1), benefició el porcentaje de emergencia de las semillas de guarantã.

***Eucalyptus citriodora*.** Las semillas sometidas a osmocondicionamiento y secas al aire no respondieron al PEG, con excepción del tratamiento T1, en el cual se observó un efecto positivo (Cuadro 3). Al no aplicar secado al aire, la emergencia en los tratamientos T6 y T7 no fue influenciada por el PEG; sin embargo, sí respondió en los tratamientos T8, T9 y T10. Las semillas del tratamiento T6 que no fueron almacenadas después de la aplicación del PEG, presentaron

---

mejores los resultados de emergencia, sin presentar respuesta al efecto del osmocondicionamiento.

El efecto positivo del osmocondicionamiento en las semillas de *E. citriodora*, fue inicialmente en la condición sin secado y sin almacenamiento de las semillas. Posteriormente, para una conservación mejor hubo necesidad de secado para ser almacenadas tanto por 15 como por 30 días, a 5 ó 20°C. Cuando se observa esa tendencia, se verifica de nuevo que el PEG no tuvo efecto. A medida que aumentó el tiempo y la temperatura de almacenamiento, se observó un decrecimiento pequeño en el porcentaje de emergencia de semillas sometidas al osmocondicionamiento.

No fue posible determinar la causa de la baja sensibilidad de *E. citriodora* al osmocondicionamiento. Una posible explicación sería la inducción a la dormancia secundaria en las semillas, durante el proceso de embebición en los potenciales osmóticos entre -0.2 y -0.6 MPa. Se puede suponer que el osmocondicionamiento es más efectivo para aquellas semillas menos vigorosas.

Comparando el comportamiento de las semillas de guarantã con las de *E. citriodora*, se verifica que las primeras al poseer un tamaño mayor responden más claramente a las variaciones de la humedad del medio.

***Eucalyptus grandis***. Con excepción del tratamiento T9, las semillas de *E. grandis* en casi la totalidad de los tratamientos (Cuadro 4), demostraron un efecto positivo al osmocondicionamiento, cuando los resultados se compararon con los valores medios de emergencia de los testigos (Cuadro 1).

El efecto positivo del osmocondicionamiento en las semillas de *E. grandis*, con base en la interacción tiempo x temperatura, fue inicialmente en la condición con secado y sin almacenamiento. Para lograr una mejor conservación al pre-tratamiento hubo necesidad de no secar las semillas almacenadas, tanto a 15 como a 30 días, fuera a 5 o a 20°C de temperatura. Las semillas en los tratamientos con secado al aire, demostraron valores decrecientes de porcentaje de emergencia, en relación con el tiempo en que se almacenaron.

El osmocondicionamiento en semillas de *E. citriodora* solamente estimuló el aumento en el porcentaje de emergencia para valores abajo de 70% (Cuadro 3), en tanto que en *E. grandis* estimuló la emergencia en valores abajo de 84% (Cuadro 4), indicando mayor sensibilidad al pre-tratamiento. Con excepción del tratamiento en que no hubo almacenamiento, el secado de semillas de *E. grandis* después del osmocondicionamiento, resultó en un claro decrecimiento de la emergencia, acelerada por el aumento del tiempo y la temperatura de almacenamiento. La humedad, en los grados presentes en las semillas, fue necesaria para la adecuada conservación de la viabilidad de las mismas, especialmente en la temperatura de 20 °C.

**Cuadro 3.** Ecuaciones de regresión ajustadas para los valores de emergencia (Y) en semillas de *E. citriodora*, en función de los potenciales osmóticos (X) obtenidos por solución de PEG.

Tratamiento	Almacenamiento (días)	Temperatura (°C)	Ecuaciones <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	Valor de X para el máximo (MPa)	Emergencia máxima esperada (%)
Con secado al aire						
T1	0	-	Y= 68.30 + 22.05*X - 12.77**X	0.71	-0.148	77.82
T2	15	5	Y= Y= 75.00	-	-	75.00 <sup>2</sup>
T3	15	20	Y= Y= 76.50	-	-	76.50 <sup>2</sup>
T4	30	5	Y= Y= 74.00	-	-	74.00 <sup>2</sup>
T5	30	20	Y= Y= 70.75	-	-	70.75 <sup>2</sup>
Sin secado al aire						
T6	0	-	Y= Y= 85.00	-	-	85.00 <sup>2</sup>
T7	15	5	Y= Y= 72.00	-	-	72.00 <sup>2</sup>
T8	15	20	Y= 12.00 - 18.83X + 62.50X <sup>2</sup> - 18.66X <sup>3</sup>	1.00	-0.41	75.30
T9	30	5	Y= 62.20 + 17.2**X - 6.00**X <sup>2</sup>	0.92	-0.28	74.50
T10	30	20	Y= 17.33X + 27.50X <sup>2</sup> - 7.17X <sup>3</sup>	1.00	-0.43	18.63

<sup>1</sup> Obtenida al considerar X=0; X=3; <sup>2</sup> Emergencia estimada para el mayor valor de X estudiado

\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%

**Cuadro 4.** Ecuaciones de regresión ajustadas para los valores de emergencia (Y) en semillas de *E. grandis*, en función de los potenciales osmóticos (X) obtenidos por solución de PEG.

Tratamiento	Tiempo de almacenamiento (días)	Temperatura (°C)	Ecuaciones <sup>1</sup>	R <sup>2</sup>	Valor de X para el máximo (MPa)	Emergencia máxima esperada (%)
Con secado al aire						
T1	0	-	Y= 75.60 + 19.10**X - 5.5*X <sup>2</sup>	0.97	-0.35	92.18
T2	15	5	Y= 54.10 + 51.29**X - 21.18**X	0.99	-0.29	85.15
T3	15	20	Y= 31.00 + 7.16X + 19.50X <sup>2</sup> - 5.66X <sup>3</sup>	1.00	-0.49	82.36
T4	30	5	Y= 12.98 + 106.75*X - 40.59**X	0.99	-0.35	83.17
T5	30	20	Y= 2.00 - 65.33X + 82.00X <sup>2</sup> - 18.66X <sup>3</sup>	1.00	-0.49	59.73
Sin secado al aire						
T6	0	-	Y= 65.02 + 17.86**X - 7.02*X	0.96	-0.32	76.38
T7	15	5	Y= 73.13 + 25.46*X - 10.68**X	0.99	-0.28	88.30
T8	15	20	Y= 72.50 + 20.50**X - 5.50**X <sup>2</sup>	0.97	-0.37	91.60
T9	30	5	Y= Y= 84.75	---	---	84.75 <sup>2</sup>
T10	30	20	Y= 3.92 + 110.17**X - 41.41**X	0.99	-0.35	77.20

<sup>1</sup> Obtenida al considerar X=0; X=3

<sup>2</sup> Emergencia estimada para el mayor valor de X estudiado

\* Significativo a 1%

\*\* Significativo a 5%

## Conclusiones

- Para lograr un porcentaje mayor de emergencia las semillas de guarantã, después del osmocondicionamiento, deben utilizarse inmediatamente o almacenadas en un máximo de 15 días a 5°C.
- El osmocondicionamiento solo será efectivo para *E. citriodora* cuando la viabilidad de las semillas sea menor de 70.75%.
- Las semillas de *E. grandis* respondieron positivamente al osmocondicionamiento, con restricción apenas para aquellas que recibieron secado al aire y fueron almacenadas por 30 días a 20°C.
- De manera general, en las tres especies estudiadas, la mejor conservación de las semillas se puede lograr cuando esas no reciben secado al aire después del osmocondicionamiento y además son almacenadas a 5°C.

## Literatura citada

- CARVALHO, M.N. 1992. Vigor de sementes. *In*: Curso sobre testes de vigor de sementes. Jaboticabal. FCAN/UNESP. s.p.
- CORDERO, S.R.A.; DI STEFANO, G.J.F. 1991. Efecto del estrés osmótico sobre la germinación de semillas de *Tecoma stans* (Bignoniaceae). *R. Biol. Trop.*, 39(1): 107-110.
- EIRA, M.T.S. 1988. Condicionamento osmótico de sementes de alface (*Lactuca sativa* L.): efeitos sobre a germinação e desempenho sob estresse hídrico, salino y térmico. Piracicaba, ESALQ. 90p. (Tesis M.Sc).
- FAÇANHA, J.G.V; OLIVA, M.A.C. 1983. Germinação de *Eucalyptus* spp. sob condições de estresse hídrico. *Silv. Sao Paulo*, (28): 276-277.
- MICHEL, B.E; KAUFMANN, M. 1973. The osmotic potential of polyethylene glycol 6000. *Plant Physiol.* , 51: 914-916.

---

## Insectos depredadores de semillas forestales en Costa Rica

Carlos Antillón; Marcela Arguedas; Cornelia Miller\*

Se identifican especies de insectos depredadores de semillas y se describen los daños causados en *Anacardium exelsum*, *Carapa guianensis*, *Cassia spectabilis*, *Cedrela odorata*, *Citharexylum donnellsmithii*, *Copaifera camibar*, *Couma macrocarpa*, *Delonix regia*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Hieronyma alchorneoides*, *Jacaranda copaia*, *Leucaena leucocephala*, *Lysiloma divaricatum*, *Nectandra cufodontisii*, *Qualea paraensis*, *Sapindus saponaria*, *Simarouba glauca*, *Stryphnodendron excelsum* y *Vochysia ferruginea*. La mayor parte de las especies de insectos identificadas pertenecen a las familias Pyralidae, Curculionidae, Tortricidae y Bruchidae.

Dentro del proceso de control de calidad de las semillas forestales, el estado fitosanitario es un aspecto básico que debe ser evaluado (Arguedas y Rojas 1990). El uso de semillas con problemas fitosanitarios puede diseminar plagas y enfermedades a diferentes regiones del país, y producir pérdidas económicas por la disminución de los porcentajes de germinación o muerte de plántulas jóvenes (Arguedas y Torres 1994).

Desde 1992, se realiza en el Laboratorio de Protección Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica, un estudio para diagnosticar insectos depredadores de semillas de especies forestales en Costa Rica. Este estudio se dividió en dos partes; primeramente, se procedió a realizar una amplia recopilación de insectos "semillívoros" de especies forestales en las regiones tropicales. El segundo componente fué la identificación de insectos "semillívoros" en especies forestales de Costa Rica, para lo cual se coordinó con recolectores de semillas y centros de almacenamiento. Las semillas se colocaron en recipientes transparentes semiherméticos, donde emergían los adultos. Estos se montaron de acuerdo con las normas internacionales y se enviaron para su identificación al Museo de Entomología de la Universidad de Costa Rica y al Instituto de Biodiversidad (InBIO).

Se recopiló información sobre 159 especies de insectos "semillívoros" que atacan especies forestales en regiones tropicales. Se destacan los estudios de Eungwijarnpanya y Hedlin (1984) y Wagner *et al.* (1991), en países asiáticos y africanos, Carlín y Núñez (1985) en pinos semitropicales y en Costa Rica, los estudios de Janzen (1972, 1976, 1978<sup>ayb</sup>, 1980). Predominan las especies de insectos pertenecientes a las familias Bruchidae (31%), Pyralidae (26%), Curculionidae (10%), Noctuidae y Tortricidae (6%), Scolytidae (4%) y Pyrrhocoridae (4%). Otras familias con menor incidencia son Trymidae, Cerambycidae, Apionidae, Coreidae y Olethreutidae.

En Costa Rica se diagnosticaron en 19 especies forestales, 21 especies depredadoras no reportadas; pertenecientes a las familias Pyralidae (9), Curculionidae (3), Tortricidae (2), Bruchidae (2) y una especie en las familias Cerambycidae, Syrridae, Buprestidae y Eurotomydae (Cuadro 1). La mayor parte de las especies de insectos no se encuentran identificadas a nivel de género y especie, debido a que en su mayoría son especímenes muy pequeños, poco comunes y pertenecientes a familias taxonómicas de difícil manejo.

---

\* Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Ingeniería Forestal, Cartago, Costa Rica

---

**Cuadro 1.** Diagnóstico de especies depredadoras de semillas forestales en Costa Rica.

---

Hospedero y Especie depredadora  
(Familia, Orden<sup>1</sup>)

---

Descripción del daño y del insecto

---

*Anacardium excelsum*  
sp. no identificada  
Pyralidae, LEP.

Se observan pequeñas rajaduras en la cutícula de la nuez. La larva devora el contenido de la semilla, quedando únicamente la testa seca adherida a las paredes internas del fruto, cubriendo gran cantidad de excrementos y restos. La larva, en sus primeros estadios es color crema, tonalidades rojizas y cabeza pardo anaranjado. Posee cuatro pares de pseudopatas. Posteriormente las tonalidades se tornan verduscas y puede alcanzar hasta 1.2 cm de largo. Los adultos son palomillas de 1.5 cm de envergadura alar. Las alas anteriores son pardo grisáceas y las posteriores transparentes.

*Carapa guianensis*  
sp. no identificada  
Pyralidae, LEP.

La cubierta seminal presenta perforaciones de 3 a 5 mm de diámetro, a través de las cuales el insecto desecha aserrín y excrementos. El insecto construye galerías a través del embrión y en la mayoría de los casos destruye el contenido de la semilla. Polilla con tonalidades grises y pardo claro. Alas anteriores más oscuras que el resto del cuerpo y manchas grises, negras y pardas. Alas anteriores pardo grisáceas ligeramente transparentes. Envergadura alar de 35 mm.

*Cassia spectabilis*  
sp. no identificadas. 1  
Tortricidae, LEP.  
sp. no identif. 2  
Tortricidae, LEP.

Ambas especies producen perforaciones en las valvas de 3 a 4 mm de diámetro, dentro de las cuales se presenta un saco de seda con excrementos del insecto. Estos orificios se comunican con una galería longitudinal a través del fruto que atraviesa los septos endocárpicos. El insecto depreda las semillas incluyendo la cubierta seminal.

*Cedrela odorata*  
sp. no identificada  
Blastobasidae, DIPT.

Produce perforación circular de 3 a 4 mm de diámetro sobre el exocarpo, de la cual parte una red irregular de galerías internas a través de los septos y la columna central. Dentro de estas galerías se encuentran restos de semillas depredadas, aserrín, excrementos, hilos blancos de seda. Las semillas son totalmente depredadas sin afectar el "ala". Polilla color pardo claro, alas anteriores un poco más oscuras que el resto del cuerpo y las posteriores con gran cantidad de escamas en los bordes. Envergadura alar de 18 mm.

*Citharexylum  
donnellsmithi*  
sp. no identificada  
Pyralidae, LEP.

Daño total en la semilla. La larva ataca inicialmente la testa y el tegmen, luego pasa al interior de la semilla atacando el embrión, en algunos casos el ataque es leve. Larva transparente con cabeza café entre 0.5 y 1 cm de largo. Alas posteriores transparentes y las anteriores color gris con manchas negras y pardas dispersas. Mide 1.5 cm de envergadura.

---

<sup>1</sup> Ordenes Coleoptera (COL.), Diptera (DIPT.) Homoptera (HOM.) y Lepidoptera (LEP.)



Hospedero y Especie depredadora (Familia, Orden <sup>1</sup> )	Descripción del daño y del insecto
<i>Copaifera camibar</i> <i>Rhinochenus</i> sp. Curculionidae, COL.	Este fruto es una legumbre pequeña que contiene una semilla. En las valvas no se observa perforación que indique el ataque del depredador, pero al abrir el fruto se determina la presencia de la larva o el adulto. Este insecto depreda parcialmente la semilla y destruye el edospermo y el embrión. No depreda la cubierta seminal, solamente hace un orificio circular para abandonar el fruto en estado adulto. Es un "abejón picudo", de cabeza oculta, la parte posterior de ésta es pardo oscuro, los elitros son pardo claro con una mancha elíptica de color pardo oscuro, en cada uno de ellos de aproximadamente 3 mm de largo, bordeada de una línea color blanco hueso. Miden 3.5 mm de ancho y 7 mm de longitud.
<i>Couma macrocarpa</i> <i>Copestylum</i> sp. Syrphidae, DIPT.	Depreda el contenido del fruto y la semilla. Mosca de tórax amarillo y abdomen semitransparente. Mide 12 mm de longitud. Se observaron frutos recolectados del suelo y en estado inicial de pudrición, por lo que no puede concluirse que sea un depredador primario.
<i>Delonix regia</i> sp. no identificada Blastobasidae, DIPT.	Produce una perforación circular de 4 mm de diámetro en los extremos de la semilla, de las cuales el insecto depreda la totalidad de los tejidos que contiene. Polilla pardo gris claro con tonalidades metálicas. Alas anteriores un poco más oscuras que el resto del cuerpo y las posteriores presentan gran cantidad de escamas en los bordes. Envergadura alar de 15 mm.
sp. no identificada Pyralidae, LEP.	Se presentan de una a dos perforaciones en la testa de forma circular de 2 hasta 3 mm de diámetro, la cual llega hasta el embrión. El depredador se come por completo el embrión dejando las semillas totalmente huecas. Las semillas más afectadas pueden presentar un sólo orificio de hasta 5 mm de diámetro. Als posteriores transparentes y las anteriores color gris, con 1.4 cm de envergadura alar.
<i>Enterolobium cyclocarpum</i> sp. no identificada Pyralidae, LEP.	Presenta una o dos perforaciones circulares de 4 a 5 mm de diámetro en el peritecio de la legumbre. Las perforaciones se comunican con una red de galerías a través del mesocarpo y el endocarpo. Alrededor de las semillas se encuentran excrementos y restos de las mismas. Las semillas presentan una o dos perforaciones de 4 a 5 mm en la cubierta seminal en los extremos. Aparentemente perforan la semilla a través del pleurograma.

<sup>1</sup> Ordenes Coleoptera (COL.), Diptera (DIPT.) Homoptera (HOM.) y Lepidoptera (LEP.)

Hospedero y Especie depredadora (Familia, Orden <sup>1</sup> )	Descripción del daño y del insecto
	Los contenidos son totalmente depredados, la larva pupa al lado de los restos de la última semilla que depredó. Se observó un microlepidoptero no identificado que pupa en el interior de la semilla. Polilla color pardo claro, alas anteriores un poco más oscuras que el resto del cuerpo. Envergadura alar de 25 mm.
<i>Hieronyma alchorneoides</i> sp. no identificada Eurytomidae, HYM.	Perforación "diminuta" en el pericarpo del fruto. Tanto el fruto como las semillas se observan totalmente destruidas. Se observó únicamente una larva por fruto. Se identificó un parasitoide del depredador, perteneciente a la familia Eurytomidae (Hymenoptera). El adulto es una avispa diminuta.
<i>Jacaranda copaia</i> sp. no identificada Pyralidae, LEP.	El pericarpo presenta de tres a cinco perforaciones circulares de 2 mm de diámetro. Estas se comunican con un sistema irregular de galerías a través de las valvas. La semilla es totalmente depredada por la larva. Polilla de colores grisáceos intercalados con gris oscuro. Envergadura alar de 15 mm.
<i>Leucaena leucocephala</i> <i>Megacerus</i> sp.2 Bruchidae, COL.	Presencia de una a dos perforaciones de 1 mm en las valvas. En la cubierta seminal las perforaciones son de 1 mm de diámetro. El insecto depreda totalmente el contenido de las semillas sin tocar la cubierta seminal. Se observaron pupas vacías de un microlepidóptero no identificado. Gorgojo de color pardo oscuro, de 1.5 mm de ancho y 3 mm de largo, ojos compuestos grandes y cabeza prominente.
<i>Lysiloma divaricatum</i> <i>Megacerus</i> sp.1 Bruchidae, COL.	Las valvas presentan una o dos perforaciones de 1 mm de diámetro. En el interior del fruto solamente se encuentran los restos de la cubierta seminal, con pupas del depredador y en algunos casos solamente los adultos. Se observaron pupas vacías de un microlepidóptero no identificado. Gorgojo pardo oscuro, de 2 mm de ancho y 4 mm de longitud.
<i>Nectandra cufodontisii</i> <i>Heilipus</i> sp. Curculionidae, COL.	La baya subglobosa presenta un orificio de 6 mm de diámetro en el endocarpo, el cual comunica con una cavidad que construye el insecto al depredar completamente la única semilla del fruto. "Abejón picudo" color pardo oscuro o púrpura, surcado con franjas delgadas amarillas; aparato bucal prominente dirigido hacia abajo. El ancho es de 4.5 mm y la longitud 11 mm.

Hospedero y Especie depredadora  
(Familia, Orden<sup>1</sup>)

Descripción del daño y del insecto

*Qualea paraensis*  
sp. no identificadas  
Buprestidae, COL.

El pericarpio presenta una o dos perforaciones de 3 mm de diámetro, de las que profundizan las galerías y se comunican internamente en un arreglo irregular a través de los septos. Dentro de las galerías se observan acumulaciones de aserrín y excrementos. El insecto destruye totalmente la semilla sin afectar el "ala".

Escarabajo dorado metálico brillante. Cuerpo, de forma aerodinámica, ensancha en el tórax y se adelgaza hacia los extremos. Mide 2.5 mm de ancho y 7 mm de longitud.

*Sapindus saponaria*  
sp. no identificada  
Cerambycidae, COL.

Aparentemente, los huevos son introducidos en los frutos verdes. No se observan las perforaciones de entrada en los frutos secos, y las larvas se encuentran en los últimos "instares". Estas se alimentan principalmente de los tejidos internos de la cutícula de los frutos. Solamente en un fruto se observó también una perforación en la semilla.

Larva color crema con cabeza pardo oscura, puede medir hasta 1.5 cm. Adulto pardo oscuro, de cuerpo alargado con un "collar" de espinas a nivel del pronoto; mide en promedio 2 cm de largo.

*Simarouba glauca*  
sp. no identificada  
Pyralidae, LEP.

Ataque en la testa, tegmen y en algunos casos en la nucela, estas partes son raspadas por una larva y no tiene un patrón definido, en algunos casos atacan ciertos sectores y en otros, el ataque es casi total eliminando la testa. Larvas blancuzcas de 1.5 cm de largo, con cabeza café.

Adulto gris con manchas negras y café, alas posteriores transparentes. Envergadura alar de 1.3 mm.

*Stryphnodendron exelsum*  
sp. no identificada  
Pyralidae, LEP.

En las valvas se encuentra predominantemente una perforación de 4 a 5 mm de diámetro, en raras ocasiones se presentan dos perforaciones. En el interior del fruto se presentan excrementos y restos de semillas. El insecto depreda el contenido de las semillas.

Polilla color pardo claro. Alas anteriores ligeramente más oscuras que el resto del cuerpo; las posteriores son transparentes. Envergadura alar de 27 mm.

*Vochysia ferruginea*  
sp. no identificada  
Curculionidae, COL.

Produce solamente una perforación en el pericarpio del fruto de 4 mm de diámetro. Construye galerías a través de los septos y la columna central. Las semillas son depredadas en su totalidad sin afectar el "ala".

"Abejón picudo" gris con manchas pardas. El ancho es de 3 mm y la longitud de 5 mm.

Los estudios sobre insectos depredadores de semillas forestales en Costa Rica, deben intensificarse en aquellas especies de mayor importancia económica y encausarse en aspectos como: intensidad de los daños por lote, biología y comportamiento estacional de las poblaciones, niveles de tolerancia de los árboles semilleros y tácticas de manejo para aquellas especies depredadoras que causen daños de importancia económica.

### Literatura citada

- ARGUEDAS, M.; ROJAS, F. 1990. Control de calidad de plántulas forestales en Costa Rica. In IX Congreso Latinoamericano de Control de Calidad. Costa Rica. p. 187-199.
- \_\_\_\_\_; TORRES, G. 1994. Problemas fitosanitarios en semillas forestales. N° 11. ITCR-CIT. Cartago. 8 p.
- CARLIN, K.; NUÑEZ, D. 1985. Insectos de conos y semillas en tres especies de pino en Honduras. Artículo científico N° 6. ESNACIFOR. Honduras.
- EUNGWIJARNPANYA, S.; HEDLIN A. F. 1984. Studies on seed insects of some forest trees. The embryo 1(1):49-56.
- JANZEN, D. 1978<sub>a</sub>. Intensity of predation on *Pithecellobium saman* (Leguminosae) seeds by *Merobrochus coumbinus* and *Stator limbalus* (Bruchidae) in Costa Rican deciduous forest. Trop. Ecol. 18: 167-76.
- \_\_\_\_\_. 1978<sub>b</sub>. Cenízaro tree (Leguminosae: *Pithecellobium saman*) delayed fruit development in Costa Rican deciduous forests. An. of. Bot. 69: 1269-76.
- \_\_\_\_\_. 1980. Specificity of seed-attacking beetles in a Costa Rican deciduous forest. Journal of Ecology 68: 929-952.
- \_\_\_\_\_; MILLER, G.A.; HOCKFORTH-JONES, J.; POND, C.M.; HOOPER, K.; JANAS, D.P. 1976. Two Costa Rican bat generated seed shadows of *Andira inermis* (Leguminosae). Ecology 57: 1068-1075.
- \_\_\_\_\_. 1972. Escape in space by *Sterculia apetala* seeds from the bug *Dysdercus fasciatus* in a Costa Rica deciduous forest. Ecology 53(2): 350-361.
- WAGNER, W; ATUAHENE, S. K. N.; COBBINAH, J. R. 1991. Forest Entomology in West Tropical Africa: Forest Insects of Ghana. Kluwer Academic Publishers. London. 210 p.

### Agradecimiento

Se agradece a los curadores Paul Hanson y Humberto Lezama, del Museo de Entomología de la Universidad de Costa Rica y a Eugenie Phillips del InBIO, por la identificación taxonómica de las especies semillívoras.

---

*Tema 7*

*Almacenamiento de  
Semillas Forestales*

# Almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica\*

Eva Müller\*\*

Dada la necesidad de contar con experiencias en cuanto al almacenamiento de semillas de especies nativas, se realiza un estudio en laboratorio. Para cinco especies se estudia la germinación después de distintos tiempos de almacenamiento, bajo diferentes condiciones de temperatura y contenido de humedad. El vainillo (*Stryphnodendron excelsum* Harms) presenta pocos problemas de almacenamiento, por tener semillas ortodoxas. El cebo (*Vochysia guatemalensis* J.D. Smith) se puede almacenar por lo menos por seis meses a 15° C y 5% de contenido de humedad. Para botarrama (*Vochysia ferruginea* Mart.), se ha logrado almacenar semilla por tres meses a 15°C y sin secado. Aunque las semillas de esta especie soportan el secado, no se pueden almacenar en este estado por más de un mes. El almendro (*Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell), muestra un comportamiento recalcitrante con un contenido de humedad crítico, que oscila entre 15% y 20%. La mejor opción es almacenar las semillas a 15°C con un contenido de humedad alto, por ejemplo en aserrín húmedo. De esta manera se logra mantener la viabilidad aproximadamente por tres meses, aunque se pueden presentar problemas de germinación en almacenamiento. Existen posibilidades de almacenar estas semillas a corto plazo, con el equipo y las técnicas disponibles en los bancos de semillas. Para el almacenamiento a largo plazo (> 1 año), se necesita más investigación en técnicas avanzadas como la criopreservación.

## Introducción

En el proceso de la evolución, los árboles de los bosques tropicales han desarrollado diversas estrategias para su reproducción (Bawa & Hadley 1990). Como consecuencia, en los bosques húmedos tropicales existe mucha variación en la producción de flores y semillas, entre las diferentes especies y no solamente en el transcurso del año, sino también entre años. Para producir estas especies en vivero, con el fin de usarlas en proyectos de reforestación, es importante disponer la semilla en el tiempo más adecuado para la siembra. Debido a ello muchas veces esto implica almacenarlas por algunos meses antes de sembrarlas en el vivero. Además, las especies no producen la misma cantidad de semillas cada año y para asegurar el abastecimiento de los viveros es necesario contar con semilla almacenada por varios años.

En Costa Rica, en los últimos años, ha aumentado el interés por la reforestación con especies nativas, sobre todo en la Región Huetar Norte del país. Una limitante para la reproducción comercial de la mayoría de estas especies, es la corta viabilidad natural de las semillas. A raíz de la necesidad de desarrollar experiencias sobre las posibilidades del almacenamiento, se está realizando un estudio con cinco especies de la Región Huetar Norte de Costa Rica, en el Laboratorio de Semillas Forestales del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), a través del proyecto COSEFORMA.

\* Investigación realizando con el Ordinariat für Weltforst-wirtschaft de la Universidad de Hamburgo, Alemania, como parte de la tesis de doctorado de la autora.

\*\* GTZ, Proyecto COSEFORMA, Costa Rica

---

El objetivo de la investigación es estudiar las características de las semillas y su comportamiento en almacenamiento, bajo diferentes condiciones de temperatura y contenido de humedad. Las especies bajo estudio son: *Dipteryx panamensis* (Pittier) Record & Mell. (Almendro), *Hyeronima oblonga* (Tulasne) Müller Arq. (Pilón), *Vochysia guatemalensis* J.D. Smith (Cebo), *Vochysia ferruginea* Mart. (Botarrama) y *Stryphnodendron excelsum* Harms (Vainillo). Se presenta un resumen de los resultados preliminares con cuatro especies, ya que para *Hyeronima oblonga* aún no están disponibles.

## **Materiales y métodos**

Las semillas recolectadas se llevan al laboratorio donde se procesan inmediatamente. La determinación del peso de mil semillas y del contenido de humedad se realiza de acuerdo con las reglas de ISTA (ISTA 1993), con excepción de *Dipteryx panamensis*. cuya semilla queda encerrada en el endocarpo duro del fruto, el cual se abre solamente cuando se inicia la germinación. Debido a la dificultad de extraer la semilla sin dañarla, se determina el peso de los frutos en lugar de las semillas, pesando diez repeticiones de 50 frutos. Para la determinación del contenido de humedad se usan cuatro repeticiones de cinco frutos. Se separan las semillas del pericarpo y se pesan las muestras de ambos por aparte, después de cortar las semillas en pedazos pequeños. Este método permite determinar a la vez, el contenido de humedad de los frutos, del pericarpo y de las semillas. Las muestras se secan en el horno por 17 h a 105 °C.

Para las pruebas de germinación con semillas frescas, se utilizan cuatro repeticiones de 50 semillas sembradas superficialmente en cajas plásticas tapadas, sobre arena esterilizada y tratada con una solución de vitavax de 0.3%. Las semillas se ponen a germinar en cámaras, en condición de 12 h de luz y 12 h de oscuridad y con una temperatura de 29 °C (+-1 °C) durante el día y 24 °C (+- 1 °C) durante la noche. Debido al tamaño de los frutos, el *Dipteryx panamensis* se siembra en un invernadero en arena tratada con vitavax.

Las semillas se almacenan utilizando diferentes combinaciones de temperatura y contenido de humedad, así como de recipientes. La duración del almacenamiento varía según la especie, sin embargo, generalmente se escogen tres o cuatro períodos que oscilan entre un mes y un año (Anexo 1). Después del almacenamiento se realizan pruebas de germinación con cuatro repeticiones de 25 semillas. Dependiendo de la especie, se cuentan las semillas germinadas cada uno o dos días. Después de concluido el ensayo (a los 30 días para *Vochysia ferruginea*, *Vochysia guatemalensis* y *Stryphnodendron excelsum*, y a los 60 días para *Dipteryx panamensis*), se calculan los porcentajes de germinación y se evalúan las semillas no germinadas.

## **Resultados preliminares**

El Cuadro 1 presenta en forma resumida, los resultados del análisis de semillas para las especies estudiadas. Los valores representan los promedios de los datos de varios árboles, y el número de árboles analizados se encuentra en paréntesis bajo el nombre de la especie (Cuadro 2). Estas investigaciones todavía no están concluidas y las recomendaciones tienen carácter preliminar.

**Cuadro 1.** Información básica de frutos y semillas de cuatro especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica.

Espece	Características	Frutos/ kg (No.)	Semillas /kg de frutos (No.)	Semi- llas/fruto (No.)	Semi- llas/kg (No.)	Peso de 1000 semillas (g)	Conteni- do de humedad (%)	Germi- nación (%)
<i>Dipteryx panamensis</i> (20 árboles)	Fruto con endocarpo grueso y duro, semilla de 2.5 a 4.5 cm	51	45*	1	frutos: 50.5 semillas: 300	frutos: 21 000 semillas: 3 300	38	87
<i>Stryphnodendron excelsum</i> (20 árboles)	Semilla de 0.5 a 1 cm, con testa dura	140	1 085	8	10 700	100	15	Sin corte** 33 Con corte: 97
<i>Vochysia ferruginea</i> (23 árboles)	Semilla alada de 2 a 3 cm	831	748***	2	32 130	32	25	97
<i>Vochysia guatemalensis</i> (7 árboles)	Semilla alada de 3 a 5 cm	155	---	2	5 800	180	44	99

\* Toma en cuenta semillas subdesarrolladas

\*\* Corte de testa como tratamiento pregerminativo

\*\*\* De los frutos que se abrieron



**Cuadro 2.** Recomendaciones preliminares para el almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica.

Especie	Contenido de humedad (%)	Temperatura	Recipiente o medio	Duración (meses)	Germinación (%)	Observaciones
<i>Dipteryx panamensis</i>	mantener alto	15 °C	aserrín <sup>1</sup> (30% contenido de humedad); Recipiente no sellado	3	30 a 50%	almacenar <u>frutos</u> lavar frutos, aplicar fungicida problema: germinación en almacenamiento
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	soporta secado (6.5%)	soporta -15 °C	Recipiente sellado (para semilla seca)	por lo menos 6	95% <sup>2</sup>	se puede almacenar en forma seca en refrigeración aplicar fungicida
<i>Vochysia ferruginea</i>	sin secado	15° C	Recipiente no sellado	3	65%	soporta secado pero no almacenamiento en forma seca(<= 1 mes) aplicar fungicida
<i>Vochysia guatemalensis</i>	1. 10% 2. 5 a 6%	1. 20° C 2. 15° C	1. Recipiente abierto, a humedad relativa de 45% 2. Recipiente sellado	1. 4 2. 6	1. 85% 2. 50%	1. almacenar semillas frescas sin secar 1. + 2. aplicar fungicida

<sup>1</sup> Preferiblemente de madera de Almendro u otra con alta resistencia

<sup>2</sup> Con tratamiento pregerminativo (corte de testa o ácido sulfúrico)

## Discusión

Entre las diferentes especies existe mucha variación en cuanto al tamaño, peso de las semillas y contenido de humedad. Estas características normalmente ofrecen un indicio del comportamiento de las semillas, con respecto al secado y al almacenamiento. Según CHIN (1988), la mayoría de las semillas recalcitrantes de especies forestales son de tamaño grande y tienen un alto contenido de humedad. Esto sugiere que las semillas de *Dipteryx panamensis*, *Vochysia guatemalensis* y posiblemente de *Vochysia ferruginea*, podrían ser recalcitrantes, mientras que las de *Stryphnodendron excelsum* son ortodoxas. Según los resultados preliminares de los ensayos de almacenamiento, las semillas de las cuatro especies demuestran el siguiente comportamiento:

***Dipteryx panamensis***. Bajo condiciones naturales, las semillas pierden la viabilidad en tres o cuatro semanas. Es probable que la pérdida de viabilidad esté relacionada con la pérdida de humedad, ya que durante este tiempo el contenido de humedad baja de 10 a 15%, bajo las condiciones del laboratorio. Además, las semillas no soportan temperaturas de 4° C o menos. Esto significa, que probablemente son recalcitrantes. Si las semillas están almacenadas en un ambiente húmedo, por ejemplo en aserrín fresco, la viabilidad se mantiene por más tiempo. Bajo estas condiciones y a una temperatura de 10° a 15 °C, se logran mantener porcentajes de germinación de aproximadamente un 50 % a los tres meses.

***Vochysia ferruginea***. En condiciones naturales las semillas de esta especie se mantienen viables menos de un mes. Al secarlas a un 7 % de contenido de humedad, todavía mantienen un porcentaje alto de germinación al mes de almacenamiento (70 a 80%). Sin embargo, a los tres meses de almacenadas el porcentaje de germinación baja en forma significativa (12%). La especie muestra alta sensibilidad a la temperatura; por ejemplo, a 10 °C la mayoría de las semillas ya no germinan. Con base en estas observaciones, la especie se puede clasificar como intermedia. Por el momento, la mejor opción es almacenar las semillas a una temperatura de 15 °C, sin someterlas al secado previo. Así se logra un porcentaje promedio de germinación de un 65% a los tres meses.

***Vochysia guatemalensis***. En condiciones naturales, las semillas mantienen la viabilidad por aproximadamente seis semanas. A pesar del alto contenido de humedad de las semillas frescas (44%), es posible secarlas a un 5% y almacenarlas por seis meses a 15 °C, obteniendo un porcentaje de germinación de un 50%. Este comportamiento no concuerda con experiencias anteriores, donde las semillas de alto contenido de humedad tienden a ser recalcitrantes. Además, la especie difiere de *Vochysia ferruginea* donde las semillas presentan menos problemas de almacenamiento, a pesar de ser más grandes y tener un contenido de humedad más alto. No ha sido posible almacenar semilla por más de seis meses, o a temperaturas más bajas dada su escases.

***Stryphnodendron excelsum***. Por ser una leguminosa, cuya semilla tiene la testa dura, esta especie aparentemente no tiene muchos problemas de almacenamiento. Las semillas fácilmente soportan el secado a un 6% y se mantienen viables a una temperatura de -15 °C, por lo menos durante seis meses. Lo anterior y el contenido de humedad relativamente bajo, indican que la semilla es ortodoxa. Para adelantar y homogenizar la germinación se recomienda hacer un corte pequeño a la testa como tratamiento pregerminativo (Rodríguez 1995).

## Conclusiones

Los resultados preliminares demuestran que hay posibilidades para el almacenamiento a corto plazo. En especies, como *Vochysia guatemalensis*, esto permite una planificación mejor de la producción en vivero. El almacenamiento a más largo plazo de *Dipteryx panamensis* y *Vochysia ferruginea*, actualmente no ha sido posible con las técnicas disponibles en los Bancos de Semillas de

---

la Región. Para estas especies se necesita más investigación con técnicas avanzadas como la crioconservación (Ahuja 1989; Chin 1990). Mientras tanto, es indispensable proteger y conservar las fuentes de semillas, establecer rodales y huertos semilleros para garantizar su abastecimiento y la conservación “*in situ*” de estas especies.

### **Literatura citada**

- AHUJA, M.R. 1989. Storage of forest tree germplasm at sub-zero temperatures. *In*: Vibha Dhawan (ed.). Application of biotechnology in forestry and horticulture. New York. Plenum Press. pp. 215-228 .
- BAWA, K.S.; HADLEY, M. (eds.). 1990. Reproductive ecology of tropical forest plants. MAB Man and the Biosphere Series Vol 7. Paris. UNESCO/The Parthenon Publishing Group, p.i.
- CHIN, H.F. 1988. Recalcitrant seeds: A status report. Rome, Italy. IBPGR. 28 pp.
- CHIN, H.F. 1990. Storage of recalcitrant seeds: past, present and future. *In*: Turnbull, J.W. (ed.). Tropical tree seed research: proceedings of an international workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld., Australia, 21-24 August, 1989. ACIAR Proceedings No.28, pp. 89-92.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1993. International rules for seed testing. Seed Science and Technology. Vol. 21 (Suppl.), 288 p.
- RODRIGUEZ, S., L. 1995. Tratamientos pregerminativos para algunas especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Simposio Latinoamericano sobre Semillas Forestales, 16-20 de Octubre, 1995. Managua, Nicaragua. s.p.

---

## ANEXO 1

### Condiciones del Almacenamiento\*

#### 1. TEMPERATURA

Ambiente	(A, B, C, V)
15° C	(A, B, C, V)
10° C	(A, B)
4° C	(A, B, V)
-15° C	(B, V)

#### 2. CONTENIDO DE HUMEDAD

Sin secado	(A, B, V)
10 a 12%	(B, C, V)
6.5 a 7.5%	(B, C, V)
4 a 5%	(B, C)

#### 3. RECIPIENTE

Botella/caja plástica tapada	(A, B, V)
Bolsa de aluminio sellada	(B, C, V)
Caja plástica tapada, en aserrín	(A)
Bolsa plástica (1.75 mil)	(A)

#### 4. DURACION DEL ALMACENAMIENTO

1 mes	(A, B, V)
3 meses	(A, B, C)
4 meses	(B, C)
6 meses	(A, B, C, V)
12 meses	(V)
24 meses	(V)

---

\* A = almendro, B = botarrama, C = cebo, V = Vainillo

---

## Almacenamiento de semillas de ramón (*Brosimum alicastrum*)

Carlos Puente Pérez \*

El ramón es una especie importante en la recuperación de áreas degradadas y en módulos agroforestales. En la producción de plantas para establecer plantaciones se tienen problemas fisiológicos con las semillas. El objetivo fue determinar el ambiente y tipo de envase para almacenamiento de semilla, que conserve mejor la calidad. A los cuatro meses de almacenamiento, los mejores tratamientos fueron el ambiente natural con temperatura media de 26 ° C y el uso de envases de polietileno y aluminio con porcentajes de emergencia de 34 y 45 %, respectivamente. Debido a los resultados de humedad de la semilla 55%, en los diferentes, ambientes la especie se comportó como recalcitrante.

### Introducción

El ramón (*Brosimum alicastrum*) es una especie prometedora en la recuperación de áreas degradadas, mediante su cultivo en plantaciones para producir forraje verde, especialmente en la época seca, cuando hay alta demanda de pasto para la alimentación de ganado. Sin embargo, uno de los principales problemas en la producción de plantas es la viabilidad de las semillas.

El fruto de ramón se caracteriza por su pericarpio y mesocarpio poco desarrollados, los cuales después se pudren y desaparecen; la semilla queda cubierta únicamente por la testa papirácea (película delgada de color café), que la protege y evita la entrada o salida de humedad hasta que empieza a germinar. Posee dos cotiledones fácilmente separables (Pardo y Sánchez 1983). La semilla tiene un alto contenido de humedad (60 %); el peso de mil semillas es mayor de 2.5 kg. Las semillas son recalcitrantes, sensibles a la desecación y a la baja temperatura en almacenamiento (Chin *et al.* 1989 ).

Hor *et al.* (1984) al evaluar los efectos del contenido de humedad en el almacenamiento de semilla de cacao ( *T. cacao* ) durante 70 días, encontraron que las semillas sometidas a humedad menor de 27 %, perdieron rápidamente su viabilidad. Stanwood y Hor (1987), en la misma especie, realizaron análisis diferencial termal y de calorimetría en embriones y cotiledones y concluyeron que las semillas se dañan a temperaturas menores de 17 °C, indican que los eventos exotérmicos de 5 a 15 °C; observados en los cotiledones, se correlacionaron con el daño ocasionado por temperaturas frías.

Chin *et al.* (1989) mencionan que posiblemente la muerte de la semilla se debe a la caída del contenido de humedad bajo un nivel crítico, o simplemente a un deterioro fisiológico general en el curso del almacenamiento; aunque indican que si la pérdida de la viabilidad es debido al secado, los efectos de dicho secado son el mecanismo primario que gobierna el deterioro, señalan que

---

\* Campo Experimental Chiná, Centro de Investigaciones Regional del Sureste. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Campeche, México.

---

probablemente sea a través de la degradación de las membranas celulares y la liberación de compuestos fenoles que ocasionan una pérdida en la actividad enzimática.

Corbineau y Come (1988) almacenaron semillas de *Shorea roxburghii*, *Hopea odorata*, *Mangifera indica* y *Synphonia globulifera* y encontraron los valores más altos de germinación a temperaturas entre 25 y 30 °C, además, indican que las semillas con contenidos altos de humedad y a temperaturas bajas, presentaron daño por frío.

El objetivo del presente trabajo fue determinar el ambiente y tipo de envase para almacenar y conservar la calidad fisiológica de la semilla de ramón.

## **Materiales y métodos**

La investigación se llevó a cabo en el laboratorio de semillas del Campo Experimental Chiná (Campeche, México), del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. El período de estudio comprendió de septiembre de 1993 hasta febrero de 1994. Los frutos se recolectaron del suelo en la ciudad de Campeche, con un estado de madurez de color amarillo.

Se evaluaron dos ambientes: natural y en cámara con control de temperatura a 15 °C, y a humedad relativa a 65 %. Así mismo, cuatro tipos de envase: polipropileno sin carbón (permeable), polipropileno con carbón (permeable), polietileno calibre 300 con carbón (semipermeable) y lámina de aluminio con carbón (impermeable). Los tratamientos se evaluaron en un diseño experimental completamente al azar, con arreglo en un factorial 2 x 4, con tres repeticiones. La parcela experimental fue 1 kg de semilla.

El acondicionamiento de la semilla consistió en un lavado al fruto, secado de la semilla por tres días a la sombra, tratamiento con Captan para prevenir el ataque de hongos y una mezcla con carbón vegetal en una proporción 1:1. La calidad inicial y en cuatro muestreos cada 30 días, se evaluó bajo las siguientes variables:

**Contenido de humedad.** La humedad de la semilla se determinó usando un horno a dos etapas, a 130 °C por 10 minutos y 4 h, en una muestra de 10 g de semilla y 3 g de harina, respectivamente (ISTA 1985).

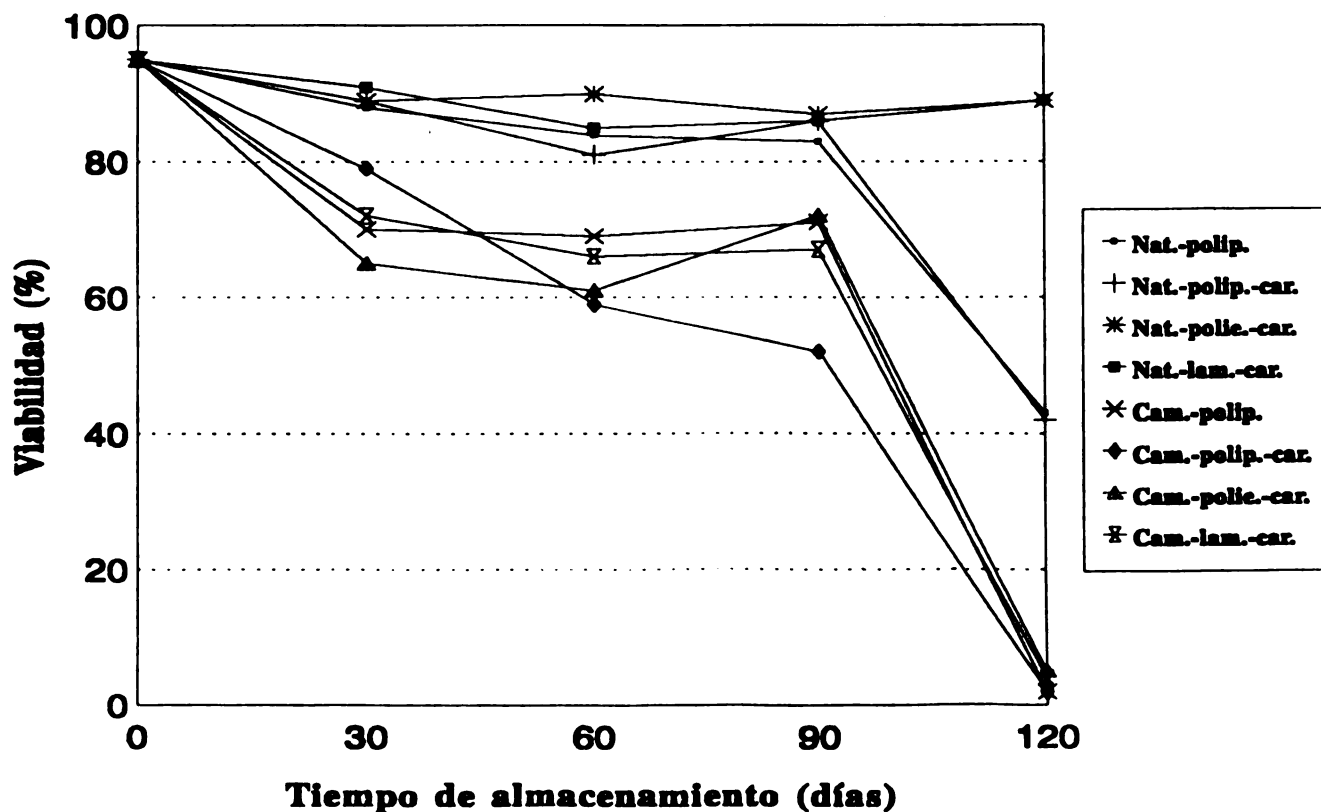
**Viabilidad.** La calidad fisiológica de la semilla se evaluó mediante la prueba de germinación estándar, para lo cual se utilizó el método de las toallas húmedas enrolladas (ISTA 1985). Las muestras fueron de 50 semillas por unidad experimental, con una temperatura de incubación de 28 °C. La lectura de semillas viables (plántulas normales y anormales) se realizó a los 21 días.

**Emergencia.** En el último muestreo (120 días) se evaluó la calidad mediante la prueba de emergencia, para cuantificar el vigor de la semilla. La siembra se hizo en Agrolita a una profundidad de 3 cm y separación entre hileras de 10 cm, bajo invernadero. Se utilizaron 50 semillas por unidad

experimental. La lectura de plantulas normales (mayor de 3 cm) se realizó a los 21 días. Para el análisis de varianza se transformaron por arcoseno los datos de viabilidad y emergencia. Se realizaron pruebas de medias por Tukey al 5 %.

## Resultados y discusión

A los 30 días, se dio una caída en la viabilidad de 95 hasta 70 % en promedio de los cuatro envases bajo el ambiente frío. A temperatura ambiente disminuyó un 3 % en promedio de los cuatro envases. A los 120 días, la calidad de la semilla bajó casi a cero en ambiente frío. Sin embargo, en el otro ambiente se mantuvo la calidad en los envases de polietileno y aluminio Fig. 1.



**Figura 1.** Viabilidad (%) de semilla de ramón (*Brosimum alicastrum*) bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

A los 120 días los envases de polietileno y aluminio en los dos ambientes fueron estadísticamente iguales, en cuanto a la eficiencia de mantener alta la humedad de la semilla de ramón; en condiciones de temperatura ambiente disminuyó de 62.9 hasta 33.75 y 38.47 %, en los envases permeables de polipropileno con y sin carbón vegetal, respectivamente (Cuadro 1). Así mismo, se obtuvo en estos últimos envases una diferencia de 7 grados en el contenido de humedad entre los dos ambientes, esto se debió a que la humedad relativa promedio de febrero en la cámara y al medio ambiente fue de 65 y 55 %, respectivamente. Con el carbón vegetal, aunque no resultó significativo su efecto en la viabilidad, si mantuvo un 5 % más la humedad de la semilla. La cubierta de la semilla perdió su integridad a los 120 días, lo cual posiblemente influyó en la conservación de la humedad (Pardo y Sánchez 1983), por lo que es más grave la desecación de la semilla en envases permeables.

A los 120 días, los valores más altos de viabilidad de la semilla se encontraron en el tratamiento de temperatura ambiente, lo cual concuerda con estudios realizados en otras semillas recalcitrantes (Hor et al. 1984; Corbineau y Come 1988). Al combinarse con envases semipermeables e impermeables casi se duplicó la vida de la semilla (88 y 89 %, respectivamente). El vigor de la semilla tuvo un comportamiento similar que la anterior variable, en relación con los tratamientos mejores, aunque con valores bajos de emergencia, obteniendo un promedio de 40 % de plántulas normales, el cual es alto en semillas recalcitrantes a un período de 120 días (Chin et al. 1989).

**Cuadro 1.** Calidad de la semilla de ramón (*Brosimum alicastrum*) a 120 días bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

Nº	Temperatura ambiente °C	Tipo de envase	Humedad (%)	Viabilidad (%)	Emergencia (%)
1	26	Polipropileno.	33.75 d*	42 b	2 c
2	26	Polipropileno y carbón.	38.47 cd	39 b	1 c
3	26	Polietileno y carbón.	56.31 a	88 a	34 a
4	26	Aluminio y carbón.	54.95 a	89 a	45 a
5	15	Polipropileno.	40.84 bc	2 c	0 c
6	15	Polipropileno y carbón.	45.37 b	2 c	0 c
7	15	Polietileno y carbón.	54.01 a	5 c	4 bc
8	15	Aluminio y carbón.	57.51 a	4 c	4 bc

\*Medias en columna con la misma letra son estadísticamente iguales con Tukey al 5 %

## Conclusiones

La semilla de ramón (*Brosimum alicastrum*) se comportó como semilla recalcitrante, al ser sensible a la temperatura y a la pérdida de humedad.



---

La temperatura ambiente y envases sellados de polietileno o aluminio, son las mejores condiciones de almacenamiento para la semilla de ramón durante 120 días.

### **Literatura citada**

CHIN, H. F.; HOR, L.; MOHD, L. M. B. 1984. Identification of recalcitrant seed. The Netherlands. *Seed Sci. and Technol.* 12: 429 - 439.

CHIN, H.F.; KRISHRAPILLAY, B.; STANWOOD, P.C. 1989. Seed moisture: recalcitrant vs. orthodox seed. *In: Seed moisture. Crop Sci. Society of Amer. Special Publication, Núm.14.*

CORBINEAU, F.; COME, D. 1988. Storage of recalcitrant seed of four tropical species. The Netherlands. *Seed Sci. and Technol.* 16 (1): 97-103.

INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1985. International rules for seed testing. The Netherlands. *Seed Sci. and Technol.* 13 (29): 299-590.

PARDO, T. E.; SÁNCHEZ, M.C. 1983. Ramón, Capomo, Ojite, Ojoche (*Brosimum Alicastrum*) recurso silvestre tropical desaprovechado. Instituto Nacional de Investigaciones sobre Recursos Bióticos. Xalapa, Ver. Mex. 29 p.

---

## Algunos reportes de almacenamiento y tratamientos pregerminativos de semillas forestales

Enrique Trujillo\*

La investigación en semillas forestales en general ha sido insuficiente, enfatizándose principalmente en estudios de germinación, determinación de las características físicas, algunos sobre fenología, anatomía y morfología. Los estudios sobre almacenamiento de semillas son escasos, debido al largo plazo que exigen las experiencias y la relativa complejidad de los estudios en términos de infraestructura, equipamiento y capacitación. Muchos de los estudios han basado sus resultados en la evaluación periódica de la germinación, como respuesta a tratamientos de almacenamiento en frío y por lo general en recipientes herméticos, ocasionalmente con diferentes contenidos de humedad. Salvo algunas experiencias, se carece de evaluaciones sobre el contenido de humedad en equilibrio, del comportamiento del contenido de humedad, uso de diferentes medios de germinaciones y temperaturas. No se tienen correlaciones sobre la conservación de la viabilidad frente a características como la composición química, anatomía de la semilla, técnicas de manejo y secado, ni correlaciones específicas con el medio. En este documento registra, de una manera elemental, los resultados de experiencias que si bien presentan vacíos de información, dan una orientación clara sobre las posibilidades de conservación de la viabilidad de algunas especies.

### Introducción

Las experiencias en tratamientos pregerminativos son amplias, existe un importante grupo de especies con las cuales se conoce la técnica que estimula más la germinación y la energía germinativa. La principal limitación es la poca utilización que se le da a las técnicas en los viveros por dificultades relativas a costos y material. No hay investigaciones que soporten la distribución de semilla previamente tratada, lo cual supondría una gran ventaja para mejorar el uso de semillas forestales.

Como una guía informativa, se presenta a continuación, parte de la información disponible en cuanto al tema de almacenamiento y pregerminación de semillas de especies forestales tropicales, (Cuadro 1 y 2).

---

\* Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, PROSEFOR/CATIE, Turrialba, Costa Rica

**Cuadro 1. Almacenamiento de semillas forestales tropicales. Reporte preliminar.**

Nombre	Temp. °C	CH (%)	Recipiente	Tiempo Conserv.	Observaciones
<i>Acacia augustissima</i>	4	5.2	Hermético	7 años	
<i>Acacia catechu</i>	4	5.2	Hermético	9 años	
<i>Acacia deamii</i>	4	5.2	Hermético	8 años	
<i>Acacia mangiun</i>	4	7.2	Hermético	3 años	
<i>Acacia tortilis</i>	4	7.2	Hermético	11 años	
<i>Albizzia adinocephala</i>	4	7.2	Hermético	11 años	
<i>Albizzia carbunaria</i>	---	---	-----	4 a5 días	Pierde viabilidad por deshidratación
<i>Albizzia guachapele</i>	4	6.4	Hermético	4 años	
<i>Albizzia lebeek</i>	---	---	-----	-----	Se puede almacenar en seco sin regular temperatura
<i>Albizzia saman</i>	4	6	Hermético	4 años	
<i>Alnus acuminata</i>	4	---	Hermético	4 años	Si no se maneja adecuadamente pierde rápidamente su viabilidad.
<i>Anacardium excelsun</i>	6	---	B. plástica	2 meses	Rápida pérdida de viabilidad.
<i>Apeiba aspera</i>	4	10	Hermético	1 año	
<i>Araucaria angustifolia</i>	5		Hermético		Ambiente seco y frío.
<i>Atelia herbert Smithii</i>	4	6	B. plástica		
<i>Baccharius bootensis</i>	3-4	8-10	B. plástica		Secarse en invernadero, sin corriente de aire.
<i>Baccharius latifoliada</i>	4	---	B. papel	1 año	
<i>Bahúinea ambiente purpurea</i>	---	---		6 meses	Tratamiento con vitabax 300.
<i>Bombacopsis quinata</i>	4	78	Bolsas polietileno aluminio		Presecar a la sombra, vitabax 300 ó Lorsban 70 a100g, 10 kg semilla
<i>Calophyllum angulare</i>	4	6-8	B. plástica	2 meses	
<i>Calophyllum mariae</i>	5-20	25-35	Bolsa de tela	---	Transportar sin extraer pericarpio, humedad alta, protegida del sol.
<i>Calliandra calothyrsus</i>	4	7.6	Hermético	8 años	Presecar en sombra.
<i>Cariniana puriformis</i>	4	---	Bolsa de tela	---	Secado a la sombra, se utiliza bananol 20cc/100cc agua x 10 min.
<i>Cassia fistula</i>	4	---	B. plástica	1 año	Vitabax 2 a3 g/kg semilla.
<i>Cassia moschata</i>	4	---	B. plástica	6 meses	Desinfección arasan 1 a 2 g/3 kg semilla.
<i>Cassia siamea</i>	4	7.2	Hermético	9 años	
<i>Cassia spectabilis</i>	4	6-7	Hermético	9 años	
<i>Casuarina cuninghamiana</i>	4	5.1	Hermético	5 años	
<i>Casuarina glauca</i>	4	5.1	Hermético	8 años	
<i>Caesalpinea cariarea</i>	4	5	Hermético	10 años	

**Cuadro 1. Continuación**

Nombre	Temp. °C	CH (%)	Recipiente	Tiempo Conserv.	Observaciones
<i>Caesalpinea eriostachys</i>	4	5	Hermético	10 años	
<i>Caesalpinea velutina</i>	4	7	Hermético	4 años	
<i>Cedrela odorata</i>	4	---	---	3 años	A temperatura ambiente pierden rápidamente su viabilidad no es necesario remover el ala.
<i>Cedrela mexicana</i>	4	---	---	14 meses	
<i>Cedrelinga cateniformis</i>	20	12	---	---	Presecar a la sombra, preferible no extraer de la vaina sino cortar en sección de 1 semilla.
<i>Centrolobium paraense</i>	20	10	---	---	Secado 25±2 °C
<i>Chlorophora tintoria</i>					Almacenar en húmedo y frío.
<i>Chlorophora excelsa</i>	4	6-8	---	1 año	
<i>Cinchona officinalis</i>	6-8	8	---		Ambiente humedo
<i>Cordia alliodora</i>	4	5.7	Hermético	7 años	En condiciones ambientales o contenido de humedad mayor 10% pierde rápidamente su viabilidad.
<i>Cordia gerascanthus</i>	15-18	8	B. aluminio	2 años	
<i>Cupresus lusitanica</i>	4	8	Hermético	2 años	
<i>Cytarexylum sp.</i>	3-8	< 9	B. de papel	90 días	Eliminar impureza
<i>Dalbergia retusa</i>	4	5.8	Hermético	5 años	
<i>Delonix regia</i>	4	---	---	5 años	Al ambiente se conserva al menos por ocho meses.
<i>Dialyanthera otoba</i>	---	---	---	---	Pierde rápidamente su viabilidad (<1mes)
<i>Didymopanax morototoni</i>	---	---	---	---	Rápida pérdida de viabilidad, secar de 25 a 70 °C con corriente de aire seco.
<i>Dinizia excelsa</i>	4	5.8	Hermético	9 años	
<i>Diphysa robinoides</i>	4	5.8	Hermético	3 años	
<i>Dugandiodendrum colombianum</i>	---	---	---	45 días	Amacenar al medio ambiente
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	4	---	Hermético	11 años	
<i>Erythrina berteroa</i>	4	7.4	Hermético	3 años	
<i>Erythrina fusca</i>	4	7	Hermético	3 años	
<i>Erythrina poeppigiana</i>					
<i>Eucalyptus botryoides</i>	4	5.4	Hermético	8 años	
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	5	5.5	---	9 años	Después de siete años recrea el poder germinativo, a temperatura ambiente se conserva por varios años

**Cuadro 1. Continuación**

Nombre	Temp. °C	CH (%)	Recipiente	Tiempo Conserv.	Observaciones
<i>Eucalyptus crebra</i>	4	5.5	---	11 años	
<i>Eucalyptus deglupta</i>	4	4.2	Hermético	4 años	
<i>Eucalyptus globulus</i>	4	4.3	Hermético	3 años	
<i>Eucalyptus grandis</i>	4	4.3	Hermético	2 años	
<i>Eucalyptus melliodora</i>	4	5.8	Hermético	11 años	
<i>Eucalyptus occidentalis</i>	4	4.3	Hermético	8 años	
<i>Eucalyptus saligna</i>	4	4.9	Hermético	6 años	
<i>Eucalyptus genia</i>	4	---	Bolsas	2 meses	Secar a la sombra y luego retirar la pulpa. Desinfectar.
<i>Eucalyptus rapanoides</i>	---	---	Polietileno		
<i>Fraxinus sp.</i>	4	10		3 años	
<i>Gliricidia sepium</i>	4	5.7	Hermético	4 años	
<i>Guazuma ulmifolia</i>	4	5.7	Hermético	8 años	
<i>Hura crepitans</i>	26	---	---	---	Secar a la sombra y almacenar en ambiente seco y fresco.
<i>Inga spp</i>	---	---	---	6 días	No se conocen técnicas
<i>Jacaranda cancana</i>	4	---	B.de papel	2 años	
<i>Jacaranda copaia</i>	---	8	---	2 meses	Aplicar fungicidas
<i>Jacaranda mimosifolia</i>	4	5.7	Hermético	1 año	
<i>Juglans neotropica</i>	---	---	---	---	Requiere condiciones frías. Pierde rápidamente su capacidad germinativa.
<i>Lacistema agregatum</i>	4	5.7	Hermético	6 años	
<i>Laphuencia speciosa</i>	4	---	B. de papel	3-9 meses	Rápida pérdida de la viabilidad.
<i>Leucaena leucocephala</i>	4	---	---	5 años	
<i>Melia azederach</i>	4	5.7	---	8 años	
<i>Miconia squamulosa</i>	---	5.8	B. de papel	1 mes	
<i>Mimosa scabrella</i>	4	5.7	Hermético	6 años	
<i>Mora exelsa</i>	26	---	---	---	Cuarto seco
<i>Ochroma lagopus</i>	15	4.5-5.5	Frascos	15 meses	
<i>Parkinsonia aculeata</i>	4	5.7	Hermético	9 años	
<i>Pinus caribaea</i>	4	8	Hermético	> 5 años	
<i>Pinus elliotti</i>	---	8	Hermético	> 5 años	
<i>Pinus montezuma</i>	4	8	Hermético	> 5 años	
<i>Pinus patula</i>	4	6	Hermético	---	Cuarto seco
<i>Pinus pseudostrobus</i>	4	5	Hermético	> 5 años	
<i>Pinus radiata</i>	4	8	Hermético	---	Cuarto seco

**Cuadro 1. Continuación**

Nombre	Temp. °C	CH (%)	Recipiente	Tiempo Conserv.	Observaciones
<i>Pinus taeda</i>	4	8	---	> 15 años	Se mantiene mejor mezclado con CaO al 77%
<i>Piptademia peregrina</i>	4	---	B. plástica	6 meses	
<i>Pithecellobium dulce</i>	---	---	---	---	Pierde rápidamente su viabilidad por oxidación de sus tejidos.
<i>Pseudosamanea guachapelle</i>	4	---	Hermético	5 años	
<i>Quercus sp.</i>	---	12	---	---	Secar bajo sombra, no empacar en bolsa plástica, almacenar estratificando en arena húmeda, aserrín o musgo.
<i>Robinia pseudoacacia</i>	4	---	---	---	Cuarto seco.
<i>Samanea saman</i>	5	---	Hermético	15 meses	
<i>Sapindus saponaria</i>	---	---	Hermético	6 meses	Secar a la sombra, no aplicar desinfectante.
<i>Schizolobium parahybum</i>	4	4.9	Aluminio o hermético	3 años	
<i>Stryphnodendrum excelsum</i>	4	4.9	Hermético	8 años	
<i>Sterculia apetela</i>	20	11.19-13.6	Hermético	3 meses	
<i>Swietenia macrophylla</i>	4	5.5	Hermético	3 años	
<i>Tabebuia chrysantha</i>	18	7-9	Hermético	1 año	
<i>Tabebuia rosea</i>	20	8	Hermético	---	
<i>Tectona grandis</i>	20	8	---	4 años	
<i>Thouinidium decadendrum</i>	4	8	Hermético	8 años	
<i>Terminalia ambiente catappa</i>	---	---	B. plástica	5 a 6 meses	
<i>Tibouchina lepidota</i>	---	---	B. plástica	15 días	
<i>Virola sp.</i>	---	---	No hermético		Transporte y almacenamiento con alta humedad recalcitrante.
<i>Virola carnata</i>	---	---	---	---	Almacenar con alto contenido de humedad y empaque que permita intercambio.
<i>Yilusma sp.</i>	---	---	B. de papel	3 a 4 meses	

---

## Descripción de los tratamientos pregerminativos

1. Escarificación mecánica o lijado de la semilla, hasta que pierdan su brillo natural y adquieran un aspecto poroso.
2. Escarificación mecánica con tijera de podar.
3. Escarificación mecánica con tijera de podar y remojo en agua por 24 h.
4. Hacer pequeño corte en la testa sin afectar el embrión.
5. Hervir durante 1 minuto, retirar de la fuente de calor y dejar en remojo 24 h.
6. Inmersión en agua corriente por 48 h y cambiar de agua dos veces por día.
7. Remojo en agua a temperatura ambiente por 24 a 48 h.
8. Inmersión en agua caliente (80°C) y remojo + 24 h.
9. Estratificación en arena húmeda a 5°C por 20 días.
10. Inmersión en ácido sulfúrico industrial por cinco h y posterior lavado con abundante agua.
11. Inmersión en ácido sulfúrico industrial por dos a cuatro h y posterior lavado con abundante agua.
12. Inmersión en una solución al 2% de ácido sulfúrico por siete a ocho días.
13. Inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 20 a 40 minutos y lavado posterior con abundante agua.
14. Tres horas en una solución de soda caústica al 4%.
15. Sumergir la semilla en agua corriente durante 10 a 15 días.
16. Inmersión en agua a temperatura ambiente durante la noche, en el día exponerla a la interperie 17 días.
17. Colocar las semillas en un germinador con paja, quemar la paja y sembrar la semilla.
18. Estratificación en arena o tierra más arena durante 120 días.
19. Estratificación en estiércol de vaca por 17 días.
20. Sin tratamiento previo.

**Cuadro 2.** Tratamientos pregerminativos en semillas de especies forestales tropicales.

Especies	Tratamientos																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Acacia decurrens</i>	x	x																		
<i>Acacia mearnsii</i>	x	x																		
<i>Acacia melanoxylon</i>	x	x																		
<i>Albizzia guachapele</i>	x																			
<i>Albizzia niopoides</i>						x														
<i>Albizzia saman</i>					x															
<i>Alchornea bogoteisis</i>							x													
<i>Alnus jorullensis</i>									x											
<i>Anacardium excelsum</i>					x		x													
<i>Andira inermis</i>			x																	
<i>Apeiba aspera</i>	x												x							
<i>Beilschmiedia towarensis</i>							x													
<i>Billia columbiana</i>							x													
<i>Brosium utile</i>							x													
<i>Brownea ariza</i>							x													
<i>Caesalpinia velutina</i>					x															
<i>Caesalpinia cariaria</i>					x															
<i>Calliandra calothyrsus</i>								x												
<i>Cariniana pyriformis</i>																				x
<i>Cassia nodosa</i>		x																		
<i>Cassia grandis</i>		x																		
<i>Cassia fistula</i>	x	x											x							
<i>Cassia siamea</i>	x				x								x							
<i>Cassia spectabilis</i>																				x
<i>Cassia tomentosa</i>	x																			
<i>Cassia javanica</i>	x												x							
<i>Cassia grandis</i>	x												x							
<i>Cassia velutina</i>	x																			
<i>Casuarina equisetifolia</i>							x													
<i>Cedrela montana</i>							x													x
<i>Cedrela angustifolia</i>							x													
<i>Cedrela odorata</i>																				x
<i>Ceiba pentandra</i>					x															
<i>Dalbergia retusa</i>							x													
<i>Delonix regia</i>	x				x								x							



**Cuadro 2. Continuación.**

<b>Tratamientos</b>																				
Especies	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Dendropanax</i> sp																				x
<i>Didymopanax morototonii</i>							x													
<i>Duranta mutisii</i>												x								
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>					x					x										
<i>Erythrina edulis</i>																				
<i>Erythrina poeppigiana</i>																				
<i>Erythrina glauca</i>					x	x	x													
<i>Eugenia jambos</i>																				
<i>Eugenia foliosa</i>					x															
<i>Ficus glabrata</i>																				
<i>Ficus nymphaefolia</i>																				
<i>Fraxinus chinensis</i>																				x
<i>Gliricidia sepium</i>																				
<i>Gmelina arborea</i>						x														
<i>Guazuma ulmifolia</i>					x															
<i>Hieronyma chocoensis</i>																				
<i>Hymenaea courbaril</i>	1																			
<i>Inga Densiflora</i>																				
<i>Jaracanda caucana</i>																				
<i>Juglans neotropica</i>																				x
<i>Juglans nigra</i>																				
<i>Karwiskia calderonii</i>																				
<i>Leucaena leucocephala</i>	x			x							x									
<i>Leucaena salvadorensis</i>																				
<i>Liquidambar styraciflua</i>	x																			
<i>Lupinus</i> spp																				
<i>Lysiloma</i> sp																				
<i>Mastichodendron capiri</i>				x																
<i>Matisia cordata</i>																				
<i>Minquartia guianensis</i>																				
<i>Moringa oleifera</i>																				
<i>Myrcia popayanensis</i>																				
<i>Myroxylon balsanum</i>			x																	
<i>Nectandra acutifolia</i>																				
<i>Nectandra</i> sp																				
<i>Ochroma lagopus</i>	x																			

**Cuadro 2. Continuación.**

Especies	Tratamientos																			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Ormosia towarensis</i>							x													
<i>Parkia pendula</i>				x									x							
<i>Parkinsonia aculeata</i>					x															
<i>Persea americana</i>							x													
<i>Phoebe cinnamomifolia</i>							x													
<i>Pinus spp</i>							x													
<i>Pithecellobium dulce</i>							x													
<i>Pittosporum undulatum</i>							x													
<i>Plychardia pacifica</i>	x				x															
<i>Rapanea guianensis</i>										x			x							
<i>Rheedia madrunno</i>							x													
<i>Samanea saman</i>	x												x							
<i>Schwilera aff. ciruana</i>																				x
<i>Senna atomaria</i>								x												
<i>Simmondsia chinensis</i>																				x
<i>Solanum quitoense</i>																				x
<i>Stryphnodendrum excelsum</i>	x			x																
<i>Swartzia macrophylla</i>							x													
<i>Swietenia humilis</i>							x													
<i>Tabebuia rosea</i>							x													
<i>Tabebuia chrysantha</i>							x													
<i>Tara spinosa</i>											x									
<i>Tectona grandis</i>														x	x	x	x			
<i>Terminalia catappa</i>				x																
<i>Terminalia ivorensis</i>		x																		
<i>Tetrorchidium boyacanum</i>						x														
<i>Thespesia populnea</i>						x														
<i>Trema micranthum</i>							x													
<i>Virola reedi</i>							x													
<i>Virola sp</i>							x													
<i>Vismia baccifera spp dealbata</i>							x													
<i>Xilosma spiculiferum</i>					x		x													
<i>Zanthoxylon tachuelo</i>							x													x
<i>Zanthoxylon rhoifolium</i>							x													

## Literatura citada

- ANGULO, C.R. s.f. El cultivo del tomate de árbol. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia.
- BARRETO, A.G.; HERRERA G., J. D. 1990. "EL CEDRO". *Cedrela odorata* L. Bogotá, Colombia. INDERENA.
- \_\_\_\_\_. 1990. "EL NOGAL". *Juglans neotropica* Dote. Bogotá, Colombia. INDERENA
- \_\_\_\_\_. 1990. "EL ROBLE". *Quercus humboldtii* B. Bogotá, Colombia. INDERENA.
- \_\_\_\_\_. 1990. *Juglans neotropica* D. Bogotá, Colombia. INDERENA. nvestigaciones forestales N°4.
- \_\_\_\_\_. 1990. Sistematización y diseño de material divulgado sobre tres especies nativas (*Cedrela odorata* L.; *Juglans neotropical* D. y *Quercus humboldtii* B.). Tesis grado.
- BECERRA, J.E. 1977. Almacenamiento, tratamiento y ensayos de germinación de semillas forestales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- BERMUDEZ, G. H. 1988. Interrelación del contenido de humedad y el almacenamiento en el mantenimiento de la viabilidad en semilla de *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*. Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- BONNER, F. T. 1977. Almacenamiento de semillas latifoliadas. FAO. Documento ocasional Forestal N°7. pp. 11-18.
- BUSZEWIES, G. 1977. *Cordia alliodora* Seed Storage experiment. p. 2.
- CARTAGENA, V. R. 1995. El mano y su ecología. En: Fruticultivo Tropical. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia-ICA. Espinal, Colombia.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL RIONEGRO. 1987. Manual de recolección, tratamiento y almacenaje de semillas forestales. p. 60. Colombia.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTACIONES Y FOMENTO FORESTAL. 1989. Mejoramiento de Semillas y Fuentes Semilleras en Colombia. Bogotá, Colombia. CONIF-INDERENA-CIID. Serie de Documentación N° 19, p. 91.
- \_\_\_\_\_. 1988. Seminario Taller sobre Invetigaciones en Semillas Forestales Tropicales. Octubre 26-28. p. 176. Bogotá, Colombia.
- CHANDLER, W. H. 1982. Frutales de hoja perenne. Unión Tipografía. Editorial Hispanoamérica. México.
- DORAN, J. C.; TURNBULL, J. W.; FARIUKE, E. H. 1987. Effects of storage experiment. Conditions on germination Op Five. Tropical Forests Seed Problem in Africa. Aug. 23-Sep 2. pp. 339.
- \_\_\_\_\_. 1990. Recomendaciones para el establecimiento de un vivero comercial de forestales tropicales. Bogotá, Colombia. INDERENA. Investigaciones Forestales N° 32.
- ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. 1957. Métodos de plantación de bosques en el África Tropical. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal N° 1 - N°8.
- FLINTA, L. M. s.f. Prácticas de plantación forestal en América Latina FAO. Cuaderno de Fomento Forestal N° 15.
- GOBERNACION DE CONDINAMARCA. s.f. Almacenamiento de *Cordia alliodora*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural. Colombia.
- HERRERA, L. J. 1990. Prácticas de producción y plantación de 19 especies para recuperación de suelos. En el piso montano bajo. Bogotá, Colombia. INDERENA Investigaciones Forestales N° 41.

- INDERENA. 1991. Compilación de conocimientos y experiencias prácticas con especies nativas a nivel de vivero. Bogotá, Colombia.
- \_\_\_\_\_. 1979. Primer curso sobre semillas forestales. Bogotá, Colombia.
- JARA, L.F.; VENEGAS, T. L. 1982. Aprende a plantar... eucalipto, ciprés y pino. Bogotá, Colombia. INDERENA.
- JAIMES, S. V. 1990. Estudio sobre la fisiología de la germinación y almacenamiento de semillas de las principales especies del bosque andino. Bogotá, Colombia. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Mutis.
- LAMPRECHI, M. 1954. Conservación de las semillas forestales. Boletín N° 1. Mérida, Venezuela.
- PALACIOS, O.I. 1980. Evaluación de las semillas de balso (*Ochroma lagopus*) Swartz. En relación con la temperatura, humedad y tiempo de almacenamiento. Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- PIEDRAHITA, E. 1985. Efecto de la viabilidad al almacenar teca (*Tectona grandis*). Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá, Colombia.
- POPINIGIS, F. 1976. Preservação da qualidade fisiologica. Da semente durane o armazenamento. Brasilia. D.F. Brasil. EMBRAPA.
- ROJAS, R. F. 1981. Especies forestales más utilizadas en los proyectos de reforestación en Costa Rica. Tomo N°1. Cartago. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- SAENZ, C. F. s.f. El cultivo del cacao. Bogotá, Colombia. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia.
- TRIVIÑO, T.D.; de ACOSTA, R.; CASTILLO, A. 1990. Mejoramiento de semillas. Fuentes semilleras en Colombia. "Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales". Colombia. INDERENA. Serie de documentación N° 19.
- TRUJILLO, N. E. sf. El uso de los agentes antioxidantes para conservar la viabilidad de semillas de *Tabebuia rosea*. Tesis de grado M. Sc. en fisiología de cultivos. Universidad Nacional de Colombia.
- \_\_\_\_\_. 1994. Resultados preliminares del almacenamiento de semillas de 52 especies forestales. Boletín de Semillas. Bogotá, Colombia.
- VENEGAS, T. L. 1982. Aprendo a plantar... Abarco y laurel. Publicaciones Interamericanas.

---

## Pruebas de almacenamiento de semillas de especies de árboles tropicales

Eugenio González, Richard F. Fisher\*

Con el objetivo de conocer su fenología, se seleccionaron árboles semilleros de *Calophyllum brasiliense*, *Dipteryx panamensis*, *Stryphnodendron microstachyum*, *Terminalia amazonia*, *Virola koschny*, *Vochysia ferruginea* y *Vochysia guatemalensis*, en la Estación Biológica de La Selva, Costa Rica (10° 26'N, 83°59' O). Durante tres años y mensualmente se recuperó información sobre floración y fructificación en cada especie. *H. alchorneoides* y *V. koschny* mostraron dos picos anuales de floración, la caída de los frutos ocurrió aproximadamente uno o dos meses después de la floración. Las otras especies mostraron un pico anual de floración y fructificación. *V. ferruginea*, *V. gutemalensis* y *S. microstachyum* mostraron floración principalmente durante mayo y junio; las especies *Vochysia* mostraron frutos aproximadamente un mes después de la floración, mientras *S. microstachyum* tenía los frutos maduros a los cuatro meses. Para *C. brasiliense* y *T. amazonia* no se detectaron diferencias en los períodos de floración y fructificación. La intensidad de floración y la fructificación mostraron baja variación entre años. Se discute una posible influencia de las condiciones climáticas sobre el comportamiento fenológico de las especies en estudio, así como las implicaciones prácticas de dicho comportamiento sobre la recolección comercial de semillas.

### Introducción

Los principales objetivos del almacenamiento de semillas son, a corto plazo, para el uso en operaciones forestales; a largo plazo, para la conservación de germoplasma (Barton, 1961). Para efectos de almacenaje, Roberts (1973) clasificó las semillas en dos grupos contrastantes: semillas ortodoxas, las cuales pueden secarse hasta contenidos de humedad menores a 10% y almacenarse por períodos largos a temperaturas bajas (menores a 5 °C) y semillas recalcitrantes, las cuales deben mantenerse con contenidos de humedad relativamente altos y sólo pueden ser almacenadas a temperatura ambiente, por períodos cortos (semanas).

Muchas especies de árboles tropicales tienen semillas clasificadas como recalcitrantes, caracterizadas por ser relativamente grandes, de suave consistencia, y requerir condiciones constantes de humedad alta y temperatura para mantener su viabilidad (Barton 1961; King y Roberts 1979; Roberts 1972, 1973, 1983; Roberts *et al.* 1984; Bonner 1990). El nivel crítico en el contenido de humedad de estas semillas parece encontrarse entre 20 y 50% del peso fresco. Corbineau y Combe (1986, 1988) al estudiar cuatro especies tropicales, encontraron que las semillas recalcitrantes pueden ser parcialmente almacenadas, con contenidos de humedad de hasta 17% y a temperaturas superiores a 15 °C. Similares resultados han sido reportados por otros investigadores (Arentz 1980; Tompsett 1982, 1985). Se sugiere también que el almacenaje de semillas recalcitrantes puede depender mayormente del método de secado, más que del contenido de humedad por sí mismo

---

\* Department of Forest Science, Texas A & M University, College Station, USA

---

(Hanson 1984; Berjak *et al.* 1990). Al respecto, Berjak *et al.* (1990) demostraron que las semillas recalcitrantes de *Landolphia kirki*, tuvieron mayor viabilidad cuando el contenido de humedad fue reducido rápidamente usando aire comprimido y sílica gel, que cuando las semillas se secaron solamente sobre sílica gel.

El presente trabajo tuvo como objetivo estudiar el efecto de la reducción del contenido de humedad y la temperatura de almacenamiento, sobre la viabilidad de semillas de *Hyeronima alchorneoides* Fr. Allemao, *Virola koschnyi* Warb. y *Vochysia guatemalensis* Don. Smith. Previamente se había reportado que las semillas de *H. alchorneoides* toleran parcialmente la pérdida de humedad hasta niveles cercanos a 10% (González 1992); mientras que las semillas de *V. koschnyi* perdieron significativamente el poder germinativo cuando el contenido de humedad fue inferior a 30% (González 1991).

## **Materiales y métodos**

Las semillas de *H. alchorneoides*, *V. koschnyi* y *V. guatemalensis* se colectaron de árboles del bosque natural, en la Estación Biológica la Selva (Costa Rica) y alrededores; sin embargo, los respectivos ensayos se realizaron en el laboratorio de Ciencias Forestales de Texas A & M University, Texas.

Para cada especie se estudiaron dos métodos de secado, dos contenidos de humedad y dos temperaturas de almacenaje. Un método de secado consistió en dejar las semillas bajo condiciones ambientales en secadores con sílica gel hasta que alcanzaran un contenido de humedad de 25 a 30% y 6 a 8%. Otro lote de semillas se secó con aire comprimido, pasado a través de una columna con sílica gel hasta que alcanzaran los contenidos de humedad indicados, según lo sugerido por Berjak *et al.* (1990). Parte de las semillas se almacenaron en frascos de vidrio a temperatura ambiente ( $25 \pm 2$  °C) y otras en una cámara fría a una temperatura de 3 a 5 °C.

Se realizaron pruebas de germinación y del contenido de humedad al inicio y en adelante, cada tres meses por seis meses. Las pruebas se realizaron en cámaras de germinación con papel de filtro, en cajas petri a temperatura media de 25 °C. Cada tratamiento se repitió tres veces, utilizando 25 semillas por réplica y comparados de acuerdo con la germinación media (emergencia de la radícula con una longitud mínima de 4 mm), tasa máxima de germinación y energía germinativa según Czabator (1962). Se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial para cada especie y los resultados fueron analizados con un análisis de varianza.

## **Resultados y discusión**

Las semillas de *V. guatemalensis* mostraron la germinación media y el contenido de humedad inicial más altos de las tres especies estudiadas (96% y 55%, respectivamente), seguida por *V. koschnyi* y *H. alchorneoides* (Cuadro 1). Los resultados son comparables a los reportados para las tres especies (González 1991).

El tiempo de secado varió entre especies y métodos (Cuadro 1). Las semillas de *V. guatemalensis*, a pesar de mostrar el contenido de humedad inicial más alto, fueron las que alcanzaron más rápidamente los rangos de humedad establecidos. Por su parte, *V. koschnyi* fue la especie que más lentamente perdió la humedad, y en un nivel intermedio, *H. alchorneoides*. Las diferencias en el tiempo de secado parecen ser consecuencia de las características físico-anatómicas de las semillas. *V. guatemalensis* posee semillas con una exotesta de textura suave y con espacios intercelulares (Flores 1993), lo que aparentemente no representa una barrera para la entrada o salida de agua de la semilla. *V. koschnyi* tiene semillas grandes y compactas, con una testa de textura relativamente dura, de consistencia papirácea (Flores 1992), la cual puede imponer cierta resistencia a la pérdida de agua.

**Cuadro 1.** Tiempo de secado, contenido de humedad y germinación inicial de las semillas.

Especie	Contenido de humedad inicial (%)	Germinación inicial (%)	Contenido de humedad final (%)	Tiempo de secado según método (horas)	
				Desecador	Aire comprimido
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	44.0	49.0	25-30	4:30	1:15
<i>Virola koschnyi</i>	45.0	56.7	25-30	12:00	8:00
<i>Vochysia guatemalensis</i>	54.7	96.0	25-30	6:00	0:35

Inmediatamente después de los tratamientos de secado, las semillas de *H. alchorneoides* alcanzaron un porcentaje de germinación (44%) comparable al de las semillas frescas, lo cual fue independientemente del contenido de humedad y método de secado. De esta forma, los resultados obtenidos para esta especie corroboran las observaciones realizadas por González (1992). Así, el contenido de humedad de dichas semillas puede reducirse a niveles inferiores al 10%, sin perder significativamente la viabilidad, presentando un comportamiento similar al de las semillas denominadas ortodoxas (Roberts 1973), significando lo anterior que su longevidad puede incrementarse en forma predecible, con la regulación cuidadosa del contenido de humedad y la temperatura de almacenamiento.

**Contenido de humedad y temperatura de almacenamiento de las semillas de *H. alchorneoides*.**

Los resultados obtenidos con esta especie, sugieren que ambos factores afectan el almacenamiento de las semillas (Cuadro 2). A tres meses de almacenamiento, las semillas con un contenido de humedad entre 25 a 30% mostraron una disminución considerable en la germinación, lo cual fue independiente del método de secado y la temperatura de almacenamiento. Independientemente del método de secado y almacenadas a baja temperatura, las semillas con un contenido de humedad entre 8 y 10% conservaron una germinación comparable al de las semillas frescas (Cuadro 2). No obstante, semillas con el mismo contenido de humedad mantenidas a temperatura ambiente tuvieron una notable disminución en la germinación. Esta diferencia entre las temperaturas de almacenamiento puede atribuirse a que, a temperatura ambiente o de germinación, a pesar del bajo contenido de humedad, algunos procesos metabólicos permanecen activos (ejemplo respiración), los cuales requieren de agua adicional para continuar y resultan en una rápida pérdida de viabilidad (Farrant *et al.* 1988).

A los seis meses de almacenamiento, las únicas semillas razonablemente viables fueron las almacenadas a baja temperatura y con un contenido de humedad entre 6 a 8% (Cuadro 2). No obstante, la germinación media de las semillas fue menor a la observada con semillas frescas. Este resultado puede ser producto del envejecimiento de la semilla, el cual acarrea transformaciones degenerativas de origen bioquímico, fisiológico y físico, asociadas con la reducción de la viabilidad (Justice y Bass 1979).

**Cuadro 2.** Germinación de semillas de *H. alchorneoides* a tres y seis meses, almacenadas a diferentes contenidos de humedad y temperatura.

Método de secado y almacenamiento	Contenido de humedad (%)	Germinación media (%)	
		3 meses	6 meses
<b>Desecador con sílica gel:</b>			
Temperatura ambiente (25±2°C)	25-30	4.0 ns*	0.0
	6-8	40.0 ns	2.0
Cámara fría (4 ±1°C)	25-30	0.0 ns	0.0
	6-8	46.0 ns	24.9
<b>Aire comprimido y sílica gel:</b>			
Temperatura ambiente (25±2°C)	25-30	0.0 ns	---**
	6-8	20.0b	0.0 ns
Cámara fría (4 ±1°C)	25-30	6.5	---**
	6-8	44.0 ns	25.3 ns

ns No significativamente diferente (P>0.05)

\* Compara la germinación media entre métodos de secado a una temperatura y humedad dada.

\*\* Las semillas de estos lotes fueron dañadas por hongos por lo que no se realizaron pruebas de germinación

**Cuadro 3.** Parámetros de germinación de las semillas de *H. alchorneoides* almacenadas por seis meses en frío (4±1 °C), con un contenido de humedad de 6 a 8 % según método de secado.

Método de secado	Germinación media	Tasa máxima de germinación (%/día)	Energía germinativa (%)	Días para alcanzar energía germinativa
Desecador con sílica gel	24.9 ns	0.342 ns	23.6 ns	69 a
Aire comprimido y sílica gel	25.3 ns	0.281 ns	24.0 ns	80 b
Condiciones iniciales	49.0	0.533	41.0	76

ns No significativa

\* Compara métodos diferentes (P>0.05)



El almacenamiento y secado de las semillas no sólo afectó la germinación, sino también el vigor de las mismas (Cuadro 3). Ambos procesos de secado afectaron el inicio de la germinación, observándose un retardo respecto a las semillas frescas. La energía germinativa y la tasa máxima de germinación fueron menores. Aparentemente, los tratamientos evaluados provocaron una reducción en el vigor de las semillas, lo cual paralelamente produjo una disminución en el porcentaje y período de germinación. Entre métodos de secado, las secadas en desecadores con sílica gel, germinaron más virogorasamente que las semillas secas con aire comprimido y sílica gel (Cuadro 3). Este último método posiblemente provoca cambios drásticos en algunos procesos bioquímicos y fisiológicos no medidos en el presente trabajo. En general, si se considera de que el vigor se reduce con mayor rapidez que la capacidad de germinación, y que cualquier alteración en éste es más difícil de detectar (Roberts 1973), se evidencia la importancia de conocer esta característica de la semilla cuando se desea almacenar, o bien, cuando las condiciones ambientales no son apropiadas al momento de germinarlas.

### Conclusiones generales

Las semillas de *V. koschnyi* y *V. guatemalensis* no toleraron la reducción en el contenido de humedad con ninguno de los dos métodos estudiados, perdiendo la viabilidad inmediatamente después del secado. El contenido de humedad crítico para ambas especies parece ser muy superior a 30%. Las semillas de *H. alchorneoides* toleraron la reducción en el contenido de humedad hasta niveles inferiores a 10%. Para esta última especie, tanto el contenido de humedad como la temperatura de almacenamiento, afectaron la viabilidad de las semillas. Una combinación de temperaturas bajas (3-5 °C) y un contenido de humedad (menor a 10%) permitieron almacenar las semillas de esta especie por seis meses. No obstante, la germinación media y el vigor de las semillas fueron inferiores comparados a los de las semillas frescas. Finalmente, es necesario destacar que la respuesta de las semillas al tratamiento de secado, puede variar con otros métodos y especialmente con el estado de desarrollo o madurez de las mismas.

### Literatura citada

- ARENTZ, F. 1980. Some factors affecting the viability of Klinkii pine (*Araucaria hunsteinni*) in storage. *Seed Sci. Technol.* 8: 277-282.
- BARTON, L.V. 1961. *Seed preservation and longevity*. New York. Leonard Hill. 216 p.
- BERJAK, P.; J.M., FARRANT; D.J., MYCOCK; N.W. PAMMENTER. 1990. Recalcitrant (homoiohydrous) seeds: the enigma of their desiccation-sensitivity. *Seed Sci. Technol.* 18: 297-310.
- BLANCHE, C.; HODGES, J.D.; GOMEZ, A.; GONZALEZ, E. 1991. Seed chemistry of the tropical tree *Vochysia hondurensis* Sprague. *For. Sci.* 37: 949-952.
- BONNER, F.T. 1990. Storage of seeds: Potential and limitations for germplasm conservation. *For. Ecol. Manage.* 36: 35-43.
- \_\_\_\_\_; D. COME. 1986. Experiments on the storage of seeds and seedlings of *Symphonia globulifera* L. f. (Guttiferae). *Seed Sci. Technol.* 14: 585-591.

- CORBINEAU, F.; D. COME. 1988. Storage of recalcitrant seeds of four tropical species. *Seed Sci. Technol.* 16: 97-103.
- CZABATOR, F.J. 1962. Germination value: An index combining speed and completeness of pine seed germination. *For. Sci.* 8: 386-396.
- FAO. 1985. A guide to forest seed handling. FAO Forestry Paper 20/2. Rome. 379 p.
- FARRANT, J.M.; N.W., PARMMENTER; P. BERJACK. 1988. Recalcitrant - a current assessment. *Seed Sci. Technol.* 16: 155-166.
- FLORES, E.M. 1992. Arboles y semillas del Neotrópico (Costa Rica) 1(1): 1-64.
- \_\_\_\_\_. 1993. Arboles y semillas del Neotrópico (Costa Rica) 2(2): 1-73.
- GONZALEZ, E. 1991. Recolección y germinación de semillas para 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. *Rev. Biol. Trop. (Costa Rica)* 39 (1): 47-51.
- \_\_\_\_\_. 1991. Contenido de humedad y germinación de las semillas de *Virola koschnyi* Warb. y *Nectandra membranacea* (Sw. Griseb). *Brenesia* 35: 81-84.
- \_\_\_\_\_. 1992. Humedad y germinación de semillas de *Hyeronima alchorneoides* Fr. Allemao. *Rev. Biol. Trop. (Costa Rica)* 40 (1): 139-141.
- HANSON, J. 1984. The storage of seed of tropical tree fruits. In J.H.W. Holden y J.T. Williams (eds.). *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. London. George Allen & Unwin. pp. 53-62
- JUSTICE, O.L.; L.N., BASS. 1979. Principles and practices of seed storage. Castle House Publications Ltd.
- KING, M.W.; E. H., ROBERTS. 1979. The storage of recalcitrant seeds-achievements and possible approaches. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. 96 p.
- ROBERTS, E.H. 1972. Storage enviromental and control of viability. In E.H Roberts (ed.). *Viability of seeds*. London. Chapman and Hall. pp. 14-58.
- \_\_\_\_\_. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. Technol.* 1: 499-514.
- \_\_\_\_\_. 1983. Loss of seed viability during storage. In J.R. Thompson (ed.) *Advances in research & technology of seeds*. Wageningen, Netherlands. Pudoc Publishers. pp. 9-34.
- \_\_\_\_\_.; M.W., KING; R.H., ELLIS. 1984. Recalcitrant seeds: their recognition and storage. In J.H.W. Holden y J.T. Williams (eds.). *Crop genetic resources: conservation and evaluation*. London. George Allen & Unwin. pp. 38-52.
- TOMPSETT, P.B. 1985. The influence of moisture content and storage temperature on the viability of *Shorea almon*, *Shorea robusta* and *Shorea roxburghii* seed. *Can. J. For. Res.* 15: 1074-1079.

## Agradecimiento

A: O. Herrera y J.M. Sánchez, por la asistencia en la recolección de las semillas y a J. Pérez por la revisión del manuscrito. Al personal del Proyecto Ensayos Forestales y a la Organización para Estudios Tropicales (OTS) por el apoyo logístico y administrativo; y a la Fundación John D. & Catherine T. MacArthur, por el apoyo financiero.

---

## ***Tema 8***

# ***Situación del Sector Productor y Consumidor de Semillas***

---

## **La certificación de semillas, un avance importante en el desarrollo del sector forestal de Costa Rica.**

*Ana L.Guevara\**

La certificación de la calidad de las semillas se inició en Costa Rica en 1978, al entrar en vigencia la Ley de Semillas que creó la Oficina Nacional de Semillas. Este es el ente oficial responsable del control de la producción, comercio y fomento del uso de semillas. Durante estos 16 años se han ejecutado programas de certificación, que van desde granos básicos hasta cultivos no tradicionales como coco, palma aceitera y macadamia. La experiencia en certificación de semillas se ha adquirido en el sector agrícola, sin embargo, el desarrollo de este proceso en el campo forestal ha sido satisfactorio.

Los planes de reforestación en Costa Rica se han dirigido fundamentalmente hacia el incremento del área anual reforestada, sin importar la calidad de las plantaciones. Aunque se han hecho esfuerzos importantes sobre su manejo, la experiencia revela que la causa de la baja productividad de las plantaciones va más allá del manejo silvicultural; radica en el origen y calidad de la simiente utilizada. La Oficina Nacional de Recursos Naturales y el Proyecto de Semillas Forestales del CATIE, iniciaron en 1993 el Programa de Certificación de Semillas y Plantas de Vivero de Especies Forestales. Se cuenta ya con la normativa técnica requerida para el desarrollo del programa y con un plan a corto y mediano plazo, para la evaluación y selección de fuentes semilleras objeto de certificación. Se ha establecido un esquema de coordinación y un programa de capacitación dirigido a los diferentes sectores involucrados.

Este documento describe el desarrollo del programa de certificación en el país, los logros más importantes y discute su relevancia en el desarrollo del sector forestal. Se ofrece información sobre las fuentes semilleras inscritas, la producción de semilla y el número de plántulas certificadas disponibles para 1995 (Cuadros 1y 2).

### **Logros más importantes durante 1994:**

- La inscripción de 12 fuentes semilleras de melina *Gmelina arborea*, los cuales se clasificaron dentro de las categorías autorizadas B y C.
- La obtención de aproximadamente 3.000 kg de semilla certificada de melina proveniente de los 12 rodales semilleros inscritos.
- La inscripción de tres viveros de melina establecidos con semilla de la categoría autorizada B, para la obtención de plántulas certificadas de la misma categoría.

---

\* Oficina Nacional de Semillas, San José, Costa Rica

- La visita y evaluación de un número importante de plantaciones a lo largo del país, para la selección de más fuentes semilleras en especies de importancia comercial o de interés nacional tales como: *Bombacopsis quinata*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Terminalia amazonia*, y *Terminalia ivorensis*.
- La coordinación y participación en la ejecución de cuatro cursos nacionales en el esfuerzo conjunto de PROSEFOR, MIRENEM y la O.N.S.

Cuadro 1. Evolución del programa de certificación de semilla de especies forestales. 1994-1995.

Año	1993	1994	1995	1996*
Fuentes inscritas (Nº)	10	12.00	14	16
Area inscrita (ha)	11	13.00	39**	45
Especies involucradas (Nº)**	1	1.00	3	4
Producción (kg)	-	2981.00	8966	16080
Area a cubrir (ha) con semilla certificada	-	16000-00	4800	8700
Viveros inscritos (ha)	-	5.75	-	-
Viveros inscritos (Nº)	-	3.00	-	-

\* Proyección con base en el área de las fuentes semilleras inscritas en 1995.

\*\* *Gmelina arborea* (28 ha), *Tectona grandis* (9 ha), *Terminalia ivorensis* (2 ha).

Cuadro 2. Producción de plantas de vivero certificada de *Gmelina arborea* 1994.

Productor	Lugar	Area inscrita	Semilla sembrada (kg)	Producción (Nº de plantas)
CACH	Hojancha	3.0	309	185.400
J y R Araya	Nicoya	2.5	350	150.000
A. Rodríguez	Hojancha	0.2	20	12.000
Total		5.7	679	347.400

Fuente: Oficina Nacional de Semillas

Estas acciones y las que se planean para el futuro, constituyen para Costa Rica un importante avance en el desarrollo del sector forestal. Esto se refleja en la capacitación y en el grado de concientización logrado entre los diferentes sectores del sistema, sobre la importancia del uso de una

---

simiente de mejor calidad genética, física y fisiológica. Además, en que la actividad surge dentro de un proceso ordenado y con el respaldo de un programa de certificación de semillas de plántulas de vivero.

Con este, se espera el desarrollo sostenible de la actividad maderera nacional y la posibilidad de competir con calidad en los mercados externos.

### **Certificación forestal**

El esquema de certificación aplicado a las semillas forestales no difiere en mucho de los utilizados en cultivos agrícolas. El fundamento de este programa parte de un adecuado asesoramiento técnico en la materia, el cual ha sido posible gracias a las alianzas estratégicas establecidas con el Ministerio del Ambiente y Energía (MINAE) y con el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR/CATIE/DANIDA).

La normativa que se establece en el Reglamento Técnico asume los criterios propios de la certificación, pero está adecuada a las características específicas de la especie y a la situación nacional imperante. Esta es la condición y disponibilidad de las fuentes semilleras.

Una vez establecidos los lineamientos técnicos, el programa se viene desarrollando dentro de un esquema tradicional que incluye:

1. **Identificación y evaluación de fuentes semilleras:** proceso que se ha apoyado fuertemente en el Registro de Fuentes Semilleras que lleva el MINAE.
2. **Inscripción oficial de las fuentes semilleras.**
3. **Inspecciones oficiales:** su objetivo es verificar el cumplimiento de las normas establecidas, así como la calidad del material de reproducción. Dentro de estas, la inspección previa a la cosecha es una de las más importantes, ya que en ella se realiza el estimado de producción. Asimismo, la presencia del inspector durante la cosecha del material de reproducción, es esencial para garantizar su procedencia y para reconocer la condición con que sale del área semillera.

Durante la fase de beneficio es importante la inspección de los equipos y su instalación para el acondicionamiento de la semilla. El inspector de la ONS está presente durante la recepción de la semilla para verificar su origen, volumen ingresado y manejo subsiguiente.

4. **Etiquetado y muestreo:** una vez acondicionado y enfardado el material de siembra, se etiquetan los envases para conformar un lote de semilla. Una vez identificado con un código que aparece en la etiqueta se toma la muestra oficial, la cual es enviada al laboratorio oficial, que emite un informe a la Oficina Nacional de Semillas, para su aprobación o rechazo.
5. **Comercialización:** con la aprobación del análisis, se da la autorización inmediata para la venta de la semilla.

---

A este nivel se realiza un control a través de facturas oficiales que provee la ONS a los productores o empresas autorizadas para la venta del material certificado.

Este proceso, conjuntamente con la normativa establecida, se ha aplicado al programa obteniéndose hasta ahora valiosas experiencias que permitirán su fortalecimiento y consolidación.

Finalmente, cabe señalar que este es solo el principio en el desarrollo de un Programa de Certificación que vemos con gran futuro. Por eso se está en proceso de expansión hacia nuevas áreas y especies que puedan ser objeto de certificación.

---

## **Estandarización de normas y codificación del material genético y fuentes de semillas dentro del CMG & BSF**

*Flor de María Rodríguez\**

**El Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG & BSF) de Nicaragua, inició en 1994 un sistema de codificación de fuentes semilleras, árboles individuales, lotes de semillas, ensayos, huertos semilleros, así como otros materiales genéticos. El establecimiento de estos registros y su codificación garantiza el ordenamiento, control de origen y el "pedigree" del material genético, para programas de mejoramiento. Una vez que un lote de semillas, una fuente u otro material genético ingresa al registro, se le asigna un número invariable, único e independiente de la especie. Los registros contienen datos básicos sobre cada identidad (ubicación geográfica, etc.) y muestran el parentesco entre rodales, huertos semilleros, árboles seleccionados y lotes de semillas.**

### **Introducción**

A mediados de 1994, el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG & BSF), a través de la sección Mejoramiento Genético Forestal, inició a un sistema de codificación para lotes de semillas, tanto comerciales como de investigación, árboles individuales, fuentes de semillas (naturales, plantaciones), material vegetativo producido en vivero, etc.; cada uno corresponde con un número de dígitos diferente, precedidos por una letra que los identifica. La implementación de este nuevo sistema cambia así el esquema empleado el cual consistía en una numeración continua seguida del año de recolección. Este registro correspondía a lotes de semillas recolectadas para fines comerciales. Se emplea el Programa de Datos DBASE III Plus para este fin. Los objetivos de este nuevo Sistema son:

- Asegurar el origen e identidad del material genético proveniente de fuentes de semillas de las cuales el Centro ofrece a los diferentes usuarios relacionados con el sector forestal (estatal, privados, otros).
- Establecer un ordenamiento de cada material genético, fuente semillera, ensayo u otro sitio para crear una herramienta eficaz en la investigación y mejoramiento genético, así como para la conservación.
- Agilizar la adquisición de germoplasma forestal de fuentes seleccionadas, que muestren o han mostrado rendimientos satisfactorios para sistemas forestales o agroforestales.

**Justificación e importancia.** Con el fin de satisfacer la creciente demanda para proyectos de reforestación, no sólo se necesita procurar semillas en suficientes cantidades, sino también de calidad

---

\* Centro de Mejoramiento Genético y Semillas Forestales, MARENA/DANIDA, Nicaragua.



---

fisiológica y genética, particularmente el origen de la semilla. Esto último es difícil de comprobar, ya que no se puede verificar directamente en la semilla. Para asegurar un nivel aceptable de garantía sobre el origen, se requiere de normas y medidas adecuadas de control.

Los registros de fuentes semilleras y lotes de semillas recolectados, son parte importante de estas normas. Por otra parte, el incremento de la reforestación y al mismo tiempo el alto índice de deforestación, crean la necesidad de programas de mejoramiento genético y de conservación. Por ser actividades a largo plazo, es de suma importancia establecer un ordenamiento y documentación de los tipos de materiales genéticos y sitios correspondientes:

- La documentación debe llevarse a cabo, a medida que las actividades se realizan, para mantener un control escrito y no en la memoria de las personas que laboran en los programas.
- El ordenamiento debe asegurar un enlace entre los diferentes registros para documentar el parentesco y el pedigree.
- No deben existir posibilidades de equivocación entre las entidades de los registros; por ejemplo, no se deben asignar los mismos códigos para diferentes árboles seleccionados en diferentes sitios o especies.
- Ser suficientemente amplio para responder a nuevos materiales como resultado de nuevas actividades de mejoramiento genético (ej: polen, en caso del uso de técnicas de polinización controlada).

**Descripción del sistema de codificación.** Este sistema abarca en general dos grupos principales:

- **Materiales:** La definición de los diferentes materiales se basa en consideraciones genéticas sobre su carácter e identidad.
- **Sitios:** Los sitios son las áreas donde se encuentran los diferentes materiales en distintas combinaciones y/o diseños.

## **Materiales**

**Rodal.** Considerado una entidad genética, una población donde el parentesco, siempre existe a nivel de toda la población y no para los árboles que lo forman. A los rodales identificados, sean naturales o plantados, se les asigna el código "R" seguido de cinco dígitos numéricos invariables (R00001...R99999), alimentando la Base de Datos con información útil e indispensable, tanto para el Centro como para el usuario de semillas; especificando el código de la fuente, especie, procedencia, ubicación geográfica, datos climáticos, edad, origen, fecha de identificación, etc.

Actualmente se tienen identificadas y registradas 250 fuentes semilleras bajo este sistema. Como parte complementaria al sistema de registro, cada rodal está descrito en detalle en un formulario adjunto a un croquis y mapa cartográfico, señalando su ubicación geográfica.

**Árboles seleccionados.** Los árboles seleccionados como entidad genética, representan a los individuos de una población o rodal. El parentesco de los árboles seleccionados en el inicio de programas de mejoramiento genético, a menudo se limita específicamente al rodal de origen (Padre/Madre=R....), mientras que en programas más avanzados puede especificarse a los progenitores o al menos a la madre (A... o S...). En este sistema, a los árboles seleccionados se les asigna el código "A", seguido de cinco dígitos numéricos continuos (A00001...A99999), el cual proporciona información sobre la especie, procedencia, departamento, caserío, ubicación geográfica del árbol, altitud, origen, fecha de selección, comentarios, etc. Actualmente se tienen en registro 400 árboles seleccionados en un grupo aproximado de siete especies forestales. Al igual que los rodales, existe una descripción detallada en un formulario, así como un croquis con la ubicación.

**Semillas.** Material genético proveniente de entidades diferentes en cuanto a rodales, huertos semilleros y árboles seleccionados dentro de una especie dada. La semilla en sí, representa a familias de hermanos, medios hermanos o conjunto de familias con características únicas, en dependencia de los progenitores y condiciones climatológicas en un año dado, más las características específicas y propias de cada recolección, cuando se trata de semillas provenientes de rodales o huertos semilleros.

Los lotes de semillas que ingresan al Centro se les asigna el código "S", seguido de cinco dígitos numéricos continuos (S00001...S99999), que implica en la base de datos información del lote respecto a la especie, procedencia, año de recolección, fecha de entrada, cantidad recolectada, país de procedencia y código del árbol seleccionado, si fuera este la fuente del lote. Actualmente, se tienen registrados 2,202 lotes de semillas para fines comerciales y de investigación.

**Plantas.** Su codificación está en dependencia directa con la semilla, ya que genéticamente las plantas son iguales al lote de semilla de donde proviene, únicamente se debe especificar el año de producción.

**Polen.** Su codificación está abierta para el futuro, cuando se dé el inicio a la polinización controlada en programas específicos de cruza.

**Estacas, injertos, acodos.** Su ordenación y registro está contemplada para el futuro, cuando se dé el inicio de estos tipos de propagación vegetativa en árboles forestales. Su codificación está directamente relacionada con los árboles seleccionados. Hay que agregar sin embargo, el año de producción y el ciclo. La propagación vegetativa se realiza con material directamente del árbol seleccionado.

## Sitios

**Fuentes semilleras: Rodales.** Son los únicos materiales que tienen también el carácter de sitio. Descritos por el código R, seguido de cinco dígitos numéricos (R00001-R99999) y luego su categoría correspondiente (Rodales identificados, seleccionados, semilleros). Se tienen registrados 250 rodales naturales y plantaciones identificadas; así mismo, 10 rodales semilleros establecidos por el Centro. Los rodales semilleros establecidos tienen un informe de establecimiento, que lleva información sobre el establecimiento, manejo, etc.

---

**Huertos semilleros de plántulas.** Se describe por el código **HP**, seguido de tres dígitos (HP001-HP999). Aún no existen huertos establecidos por el Centro.

**Huertos semilleros clonales.** Descritos por el código **HC**, seguido de tres dígitos (HC001- HC999). Se contempla para el futuro, establecer estos huertos e ingresarlos al sistema de registro. Los huertos semilleros de plántulas, poseerán sus informes de establecimiento con diseño, registro del material genético utilizado (S....), establecimiento, manejo, etc.

### **Ensayos**

Los ensayos establecidos, independientemente del tipo, están acompañados por un informe de establecimiento, el cual funciona como una herramienta en el seguimiento y manejo de los mismos.

**Ensayos de especies.** Descrito por el código **EE**, seguido de cuatro dígitos numéricos (EE0001...EE9999). Hasta la fecha se tienen registrados 11 ensayos de especies establecidos.

**Ensayo de procedencias.** Descritos por el código **EP**, seguido de cuatro dígitos numéricos (EP001...EP9999). Dentro de la codificación están registrados cuatro ensayos de procedencias establecidos.

**Ensayo de descendencias.** Descritos por el código **ED**, seguido de cuatro dígitos numéricos (ED0001...ED9999). Actualmente se tienen registrados 28 ensayos de descendencias establecidos. Los ensayos de descendencias, al concluir su utilidad como tales pueden pasar a funcionar como huertos semilleros de plántulas y, para este fin, se tiene que registrar como tales con el código **HP**... y actualizar el informe de establecimiento.

**Ensayo clonal.** Descrito por el código **EC**, seguido de cuatro dígitos (EC0001....EC9999). Se tiene estipulado posteriormente ingresarlos al sistema de códigos, ya que actualmente no se tienen ensayos clonales establecidos.

**Ensayo de laboratorio.** Descrito por el código **EL**, seguido de cuatro dígitos (EL0001...EL9999). Dentro del sistema de codificación, se tienen 33 ensayos de investigación por parte del laboratorio.

**Ensayo de vivero.** Está contemplado dentro de la codificación incluir ensayos futuros a realizarse en viveros .

### **Otros sitios**

La conservación y registro del material genético, puede darse también a través de los bancos de propagación vegetativa, parcelas demostrativas, viveros y por el almacenamiento en cámaras frías.

## **Selección de fuentes semilleras**

La Sección de Mejoramiento Genético Forestal, en coordinación con la Sección de Semillas del Centro y PROSEFOR-CATIE, inició un proceso de actualización de las fuentes semilleras que el Centro venía utilizando hasta ahora en sus recolecciones comerciales de semilla forestal. Hasta mediados de 1995, estaban registradas 250 fuentes, de las cuales un 50% (aproximadamente 123), se consideraron como posibles fuentes potenciales para recolección de semillas. Actualmente, se realiza una evaluación de cada una de estas fuentes, con el objetivo de establecer en definitiva, las fuentes semilleras óptimas para recolección, y garantizar así material genético de buena calidad para dar cobertura a la demanda de los clientes.

Las fuentes evaluadas que clasifican para la recolección comercial, se incorporan al sistema de codificación propio del Centro (R....), pero con la particularidad que éste se complementa y se distingue adicionalmente, por las categorías de clasificación de fuentes de semillas a que pertenece inicialmente esa fuente, según PROSEFOR (fuente identificada, fuente seleccionada y rodal semillero). Si se cambia el orden de la categoría de inferior a superior, ésta solamente se actualiza con la nueva categoría. Cabe señalar que la numeración del código del Centro es invariable, y único, lo que se ajusta solamente es la categoría a la que pertenece esa fuente.

## **Certificación de semillas**

El sistema de certificación que ha implementado el CMG, contribuye a garantizar la alta calidad fisiológica y genética de las semillas. Los certificados de calidad, procedencia y fitosanitario que el Centro emite al usuario, se ajustan a las normas de certificación del país. La importancia de las normas de registro de codificación del material genético dentro de la certificación, permite controlar, ordenar y asociar la codificación del material genético disponible establecida por el Centro.

## **Conclusiones**

El sistema de codificación implementado por el Centro, es en sí un sistema amplio, integral y flexible; que facilita y agiliza el uso y transferencia de información hacia los usuarios de semillas, respecto al material genético forestal que dispone el Centro. Este sistema es una herramienta eficaz y duradera para los actuales y futuros programas de mejoramiento genético en el país, facilitando información necesaria sobre las fuentes de semillas, evitándose así confusiones o pérdida de información valiosa sobre materiales y sitios.

## **Literatura citada**

- ROULUND, H; RAVENSBECK, L. 1994. Ventajas y desventajas del establecimiento de un registro nacional de rodales semilleros y un sistema de control de la venta de semillas y plantas. "Curso Regional sobre identificación, selección y manejo de fuentes semilleras". CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- MESEN, F. 1995. Implementación de registros nacionales de fuentes semilleras. "Curso regional sobre recolección y procesamiento de semillas forestales". CATIE/PROSEFOR, Turrialba, Costa Rica.

**Anexo.** Sistema de registro de materiales y sitios en el CMG & BSF.

<b>Materiales</b>	<b>Número de registro</b>	<b>Año</b>	<b>Ciclo</b>	<b>Letra</b>
Rodal	R_____			
Arbol Seleccionado	A_____			
Semilla	S_____			
Polen	P_____			
Plantas	S_____	_____		
Estacas	A_____	_____	-	E
Injertos	A_____	_____	-	I
Acodos	A_____	_____	-	A
<b>Sitios</b>				
Rodal	R			
Huerto semillero de plántulas	HP_____			
Huerto semillero clonal	HC_____			
<b>Ensayos</b>				
Ensayo de especies	EE_____			
Ensayo de procedencias	EP_____			
Ensayo de descendencias	ED_____			
Ensayo clonal	EC_____			
Ensayo vivero	EV_____			
Ensayo de laboratorio	EL_____			
<b>Otros sitios</b>				
Banco clonal	BC_____			
Banco propagación vegetativa	BO_____			
Parcela demostrativa	PD_____			
Vivero	VV_____			
Almacenamiento	AC_____			

---

## Situación del mercado de semillas forestales en Colombia

*Gerardo Pinto P.\**

**Se presenta un análisis de la oferta y la demanda de material reproductivo en Colombia, enfatizando las principales especies que se producen y comercializan, fuentes de procedencia con indicación de su calidad genética y fisiológica, cantidades, demanda, rangos de precios y una tipificación del usuario en términos de los objetivos de la producción de plántulas. Se esbozan las opciones actuales y potenciales tendientes al desarrollo de las fuentes semilleras y actividades conexas, tales como certificación, capacitación, asistencia técnica e investigación, al igual que la articulación con programas regionales de la zona Andina.**

### **Alcance**

La diversificación y mejoramiento de las plantaciones forestales, la demanda de especies de árboles y arbustos para reforestación industrial, silvicultura urbana y protección de cuencas, implica un abastecimiento de semillas seleccionadas. Además, se requiere el conocimiento de las técnicas adecuadas para el tratamiento de semillas y los medios necesarios para su conservación. También, es preciso mejorar la investigación de las zonas de origen de semillas y de las procedencias mejores, tanto como disponer de una red de producción y acopio a través del país.

### **Antecedentes históricos**

La distribución y comercialización de semillas forestales nativas en Colombia es una actividad relativamente nueva. La comercialización de semilla manejada técnicamente comienza con la creación del Banco de Semillas del INDERENA, a mediados de la década de los años setenta, el cual inicia programas e investigaciones en recolección, transporte, beneficiado, secado, almacenamiento de semillas forestales. Este primer esfuerzo sirvió de soporte para que firmas particulares incursionaran en la actividad, las cuales en estos momentos cubren un alto porcentaje del mercado nacional.

### **Ambito y alcance del mercado estudiado**

Es claro que no se cuenta con información compilada y sistematizada del mercado nacional de semillas forestales. Esta presentación se ha estructurado, considerando que históricamente, el mayor volumen de semilla comercializada ha recaído en empresas de carácter privado. No se han tomado en cuenta cifras de mercados de otras empresas privadas del sector, dedicadas básicamente a autoabastecer sus propios programas, como tampoco de entidades estatales, que cubren sus propios requerimientos para programas de reforestación.

---

\* *Gerente Germicampo Ltda., Bogotá, Colombia.*

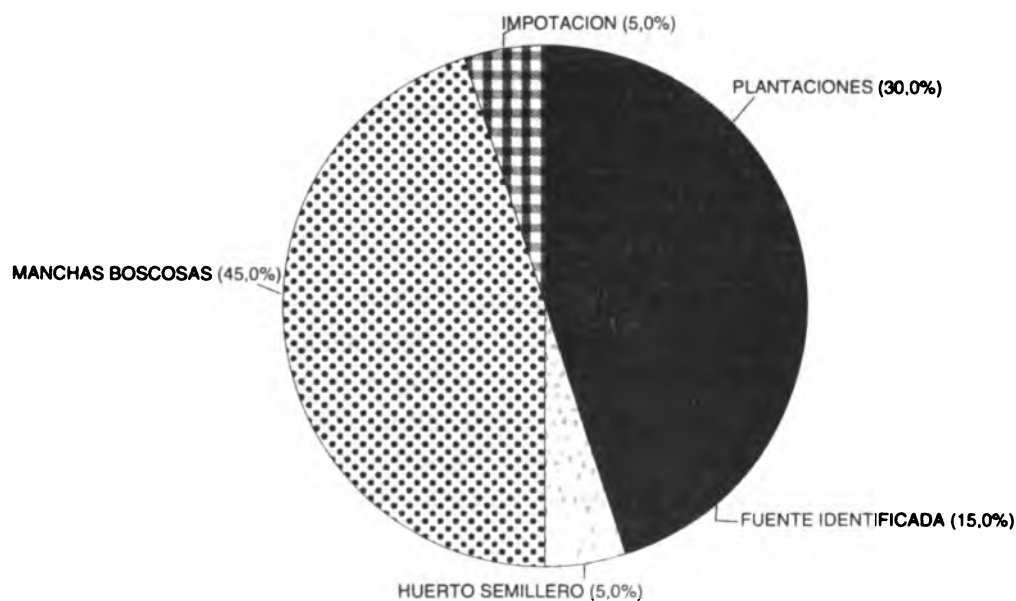
## Estructura de la oferta de semillas forestales

La oferta de semillas forestales nativas en Colombia, puede discriminarse en orden jerárquico, atendiendo al volumen movilizado de la siguiente forma:

- La empresa privada aporta el porcentaje mayor al mercado nacional de semillas forestales.
- Las entidades estatales comercializan semillas en muy pequeña escala, autoabasteciendo en mayor proporción sus propios programas de producción forestal.
- Los proveedores menores u ocasionales.

## Fuentes y calidades

La Fig. 1 muestra un estimado porcentual de las fuentes de donde proviene en este momento, la mayor cantidad de semilla comercializable en Colombia.



**Figura 1.** Principales fuentes de abastecimiento de semillas forestales en Colombia. (Germicampo Ltda./SEMICOL 1995).

El porcentaje mayor corresponde a manchas boscosas heterogéneas en áreas marginales de ganaderías, en fincas (reductos de bosque natural) de individuos que por sus características fenotípicas se han mantenido aislados o que han resistido la presión de expansión de la frontera

agrícola. El restante porcentaje se divide en semillas provenientes de plantaciones, fuentes identificadas y semillas importadas.

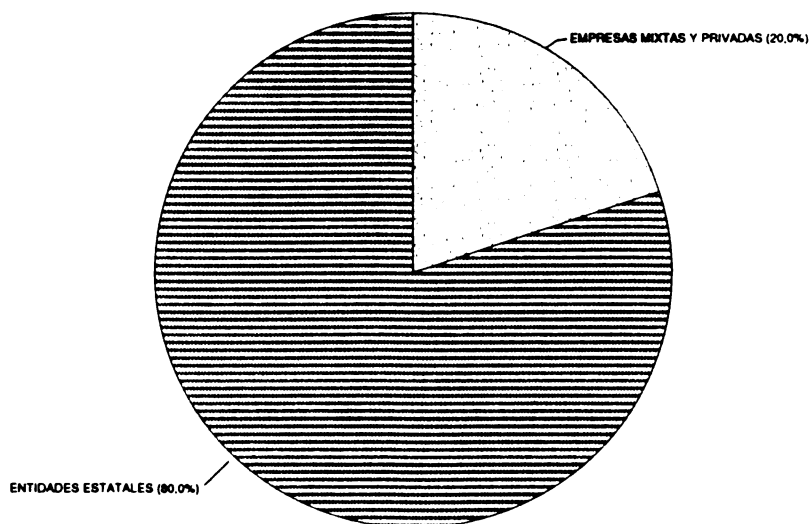
Un renglón importante en la fuente de semillas proviene de árboles aislados en fincas, sobre los que se tiene cierto control, pero que no garantiza la continuidad en el suministro de material genético.

Las semillas provenientes de plantaciones, aún cuando constituyen un punto de partida valioso, son en su minoría establecidas como primer paso de programas de mejoramiento genético; aunque se tiene el caso de semillas provenientes de plantaciones de grandes empresas como Monterrey Forestal, Smurfit Cartón de Colombia, Láminas del Caribe, las cuales han desarrollado todo un proceso de mejoramiento genético.

La semilla importada, proviene de huertos y/o rodales semilleros, lo cual garantiza alta uniformidad y calidad, tanto de las semillas como del material que se obtiene de éstas.

### Estructura de la demanda

La demanda se orienta casi en su totalidad a entidades del orden estatal, quedando un pequeño remanente para empresas de carácter mixto y reforestadores privados (Fig. 2).



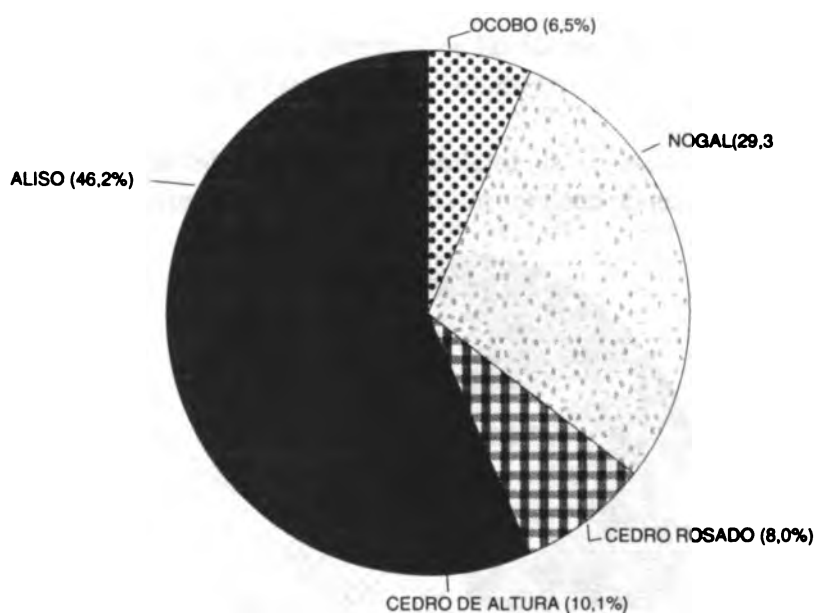
**Figura 2.** Distribución de la demanda de semillas forestales en Colombia.



En este punto se debe tener en cuenta el tipo de reforestación que generalmente ejecutan las entidades estatales, el cual consiste fundamentalmente en obras de tipo protector, protector-productor, productor en un menor porcentaje y ornamentación urbana. Las empresas de carácter mixto o privado, tienen sus políticas orientadas a programas de reforestación de tipo comercial.

### Especies de mayor demanda

Las especies de mayor demanda son las especies nativas. El volumen ocupado por aquellas especies que han estado a la vanguardia en el mercado nacional de semillas, estas cinco especies corresponden al 13.6% de la demanda (Fig. 3).



**Figura 3.** Cinco especies nativas con mayor demanda de semillas en Colombia.

Se debe resaltar que en la actualidad existen especies nativas con una muy buena proyección en el mercado, las cuales han ido ganando espacio en los programas de reforestación de entidades estatales principalmente. El Cuadro 1 muestra una lista porcentual de participación en la demanda de estas especies potenciales.

**Cuadro 1.** Especies nativas de mayor demanda en volumen en Colombia.

Nombre común	Participación (%)
Nogal	3.0
Ocobo	2.5
Aliso	3.0
Caoba	2.0
Chachafruto*	20.0
Cedro rosado	1.0
Cedro de altura	1.0
Igua	1.5
Samán	1.0
Matarratón	2.5
Erythrinas	3.0
Otras especies	59.5

\* Rendimientos en area plantada poco representativos

Fuente: GERMICAMPO LTDA/SEMICOL (1995)

El Cuadro 2 presenta de manera explicativa un cálculo aproximado del número de hectáreas reforestadas con las dos especies de mayor demanda en el país durante los últimos tres años.

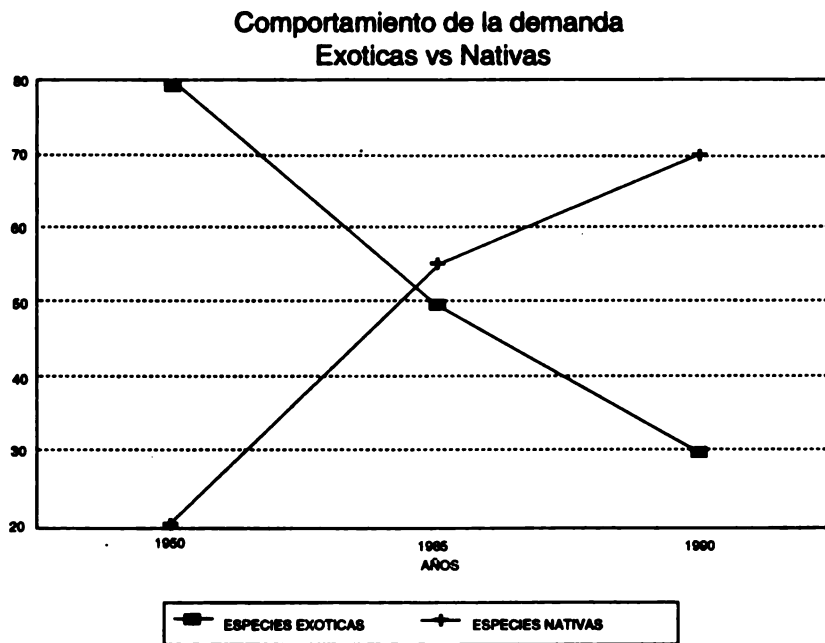
**Cuadro 2.** Estimación del área reforestada de las especies de mayor demanda en Colombia (1992-1995).

Especies	Nº de plántatulas obtenidas/kg	Hectáreas reforestadas
Teca	300	123
Balu	45	18
Cedro negro	36	19
Roble	140	19
Total		180

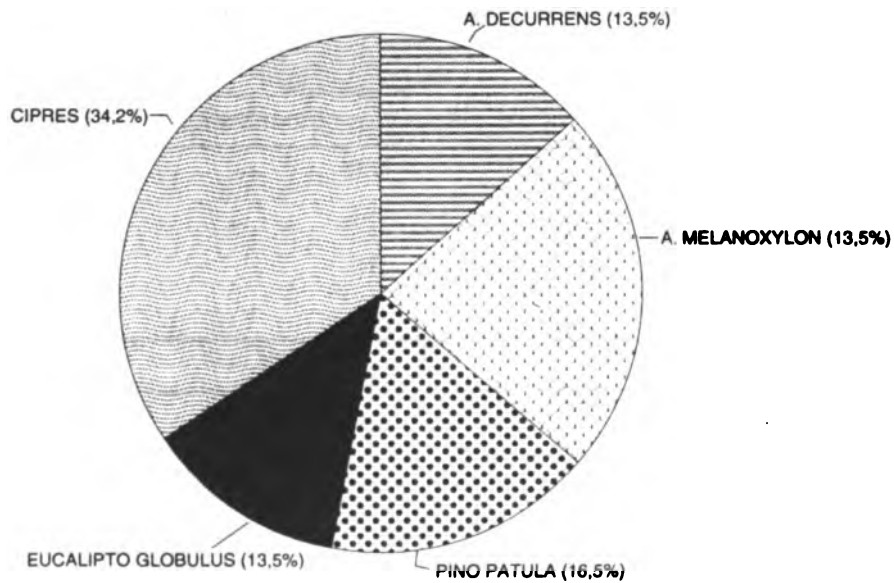
Fuente: GERMICAMPO LTDA. 1995.

### **Especies exóticas**

El mercado de especies exóticas en el país ha sido bastante representativo (Fig. 4 y 5). El mercado de especies introducidas se ha reducido considerablemente, producto del conocimiento y bondades acumuladas de las especies nativas, así como de las tendencias universales y nacionales de conservar ecotipos autóctonos.



**Figura 4.** *Comportamiento de la demanda de semillas de especies exóticas vs. nativas en Colombia.*



**Figura 5.** *Participación en porcentaje de semillas de especies exóticas (demanda) en Colombia.*

## ¿Qué es INSEFOR?

Es un programa de investigación en semillas de especies forestales nativas, impulsado por la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF). El programa parte de tres campos básicos: Investigación en mejoramiento genético. Investigación y gestión para el abastecimiento de semillas. Información y divulgación tecnológica

**Investigación en mejoramiento genético.** Su énfasis es la investigación relativa a la adaptación de especies, ensayos de procedencia, ensayos de progenie, establecimiento de plantaciones y de huertos semilleros. Con el fin de garantizar su desarrollo y continuidad en los trabajos, el programa impulsa la conformación de una "Red Cooperativa de Recursos Genéticos Forestales" en la que los miembros, públicos y privados, se comprometen a realizar los ensayos de mejoramiento genético, originando información aplicable a programas de reforestación con especies nativas y ajustada a las necesidades de los asociados.

**Investigación y gestión para el abastecimiento de semillas.** Su objetivo es mantener en funcionamiento un sistema permanente de abastecimiento de semillas forestales de especies nativas de origen y calidad conocidas. Esta área cubre las siguientes actividades:

- Establecimiento de fuentes semilleras con énfasis en rodales semilleros.
- Establecimiento de plantaciones semilleras.
- Especies y sitios.
- Capacitación y asistencia técnica para identificar, seleccionar y manejar fuentes semilleras. Asimismo, para recolectar, procesar y almacenar de semillas.
- Investigación sobre manejo de semillas en laboratorio y almacenaje.
- Apoyo técnico para la certificación oficial de semillas de fuentes conocidas.

**Información y divulgación tecnológica.** Es un área de apoyo al programa cuyo propósito es dar a conocer información relevante sobre las semillas forestales y su manejo, los resultados de los avances investigativos y principalmente, concientizar a los usuarios sobre los beneficios del uso de semillas de origen y calidad conocidos. El programa desarrolla las siguientes actividades:

- Base de datos con información relativa a: oferta y demanda de semillas a nivel nacional e internacional, incluyendo especies, calidades, cantidades, precios y procedencias; registro nacional de fuentes semilleras y resultados de investigaciones.
- Boletín cuatrimestral
- Publicaciones sobre temas especializados de semillas forestales nativas financiadas por el programa.

---

## Costos de recolección y procesamiento de semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* en Costa Rica

Juan Samaniego\*; Luis F. Jara\*\*; Enrique Trjillo\*\*\*

Se recolectaron y procesaron frutos y semillas de *Swietenia macrophylla* y *Cordia alliodora* en Costa Rica. Los registros de las actividades en el campo y en el banco de semillas, permitieron establecer de manera preliminar para estas dos especies, sitio específico, época y en particular los costos y rendimientos de la producción. Hubo gran variación y complejidad en el trabajo lo cual influye en la determinación de los costos y rendimientos de recolección y procesamiento de semillas de caoba y laurel.

### Introducción

Actualmente es escasa la información sobre rendimientos y costos de recolección y procesamiento de frutos y semillas de especies forestales tropicales, entre ellas caoba y laurel.

Los rendimientos de la producción de frutos y semillas presentan variaciones entre cosechas y dependen de muchos factores tales como: posición del árbol en el bosque, cantidad de luz recibida en la copa, área de la copa, aislamiento, madurez de los frutos, cosechas anteriores, calidad de los frutos, época de cosecha y estado fisiológico de cada árbol (Jara, 1995).

A su vez dependen de otros factores externos, tales como: experiencia del escalador, equipo utilizado, distancia y accesibilidad al sitio de recolección.

Los rendimientos y costos del procesamiento dependen de las condiciones e instalaciones de los bancos o plantas procesadoras de semillas del método de extracción, limpieza y secado que se utilice. El procesamiento puede ser manual, o una combinación del método manual y mecánico.

La presente investigación fue desarrollada con el objeto de:

- Determinar los costos directos a nivel del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF), de la recolección y el procesamiento de semillas de laurel (*Cordia alliodora*) y caoba (*Swietenia macrophylla*) en Costa Rica.
- Identificar el sistema de procesamiento más eficiente y económico para la limpieza y secado para las dos especies.
- Determinar los rendimientos del procesamiento de frutos y semillas bajo diferentes sistemas para ambas especies.

---

\* Estudiante Posgrado, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\* Asistente Técnico, PROSEFOR, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\*\* Jefe BLSF, PROSEFOR, CATIE, Turrialba, Costa Rica

## Materiales y métodos

El trabajo de investigación fue efectuado en el BLSF del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Costa Rica.

**Recolección.** El equipo de recolección estuvo conformado por un escalador y un operario. Los materiales utilizados fueron: espolones, cuerdas, cortadoras, sacos, balanzas, etiquetas, libretas de apuntes, cinturones de seguridad, lonas, guantes, machetes, cinta métrica, cinta diamétrica, clinómetro y un pick up.

Las principales características de los sitios de recolección y de los árboles de donde se obtuvo el material forestal se describe en el Cuadro 1.

**Cuadro 1.** Características de los sitios de recolección de semillas de *S. macrophylla* y *C. alliodora*.

Características	<i>S. macrophylla</i>	<i>C. alliodora</i>
Epoca de recolección	10-11/94	03/95
Localización	Sardinal-Puntarenas	Talamanca-Limón
Arboles (Nº)	8	10
Pendiente (%)	11.8	10
Zona de vida (Holdridge)	Bosque húmedo tropical	Bosque húmedo tropical
Prec. anual (mm)	2274	2771
Altitud (msnm)	70	60
Temp. M.A. (°C)	24	26
Tipo de rodal	Bosque secundario	Bosque secundario
Altura prom. árb. (m)	19.6	31.8
Dap prom. árb. (cm)	74.1	45.3
Densidad (árb/ha)	Dispersos	77

La cosecha de frutos de caoba (*Swietenia macrophylla*) se realizó en octubre y noviembre de 1994, antes de completar su total maduración, evitando así que estas se abran estando todavía en el árbol y se pierda la semilla. Los árboles fueron escalados con ayuda de cuerdas y espolones.

Cortéz Sáenz (1990) menciona que es difícil definir el período exacto de cosecha de semillas de laurel. La semilla madura presenta una coloración blancuzca, arecida a un grano de arroz (ITCR, 1990). Los frutos y semillas de laurel fueron recolectados directamente del árbol en marzo de 1995. Durante la recolección, la madurez de las semillas fue determinada mediante inspecciones oculares periódicas. El ascenso fue con ayuda de cuerdas y espolones.

Para valorar costos en recolección, fueron recolectados los frutos de ocho árboles en cinco días no consecutivos (diferentes fechas) y los frutos de 10 árboles en cinco días consecutivos, distancias mayores a 20 km.

Para la recolección del laurel fueron establecidas tres diferentes parcelas de 1000 m<sup>2</sup> cada una en 3 sitios (bosque natural secundario). También fue necesario movilizar el personal diariamente; las distancias entre parcelas fueron mayores de 20 km. Para el cálculo de los costos de recolección, además del tiempo efectivo, fue incluido el tiempo de movilización del CATIE al sitio de recolección para ambas especies.

La caoba se recolectó en Sardinal, comunidad ubicada a más de 250 km del CATIE, al noroeste de Costa Rica. La recolección se hizo en tres etapas (3 giras diferentes); la movilización de personal y frutos para cada etapa (gira) fue de dos días.

El laurel fue recolectado en el Cantón de Talamanca al sureste del país, a unos 150 km del CATIE.

La mano de obra utilizada en la recolección para ambas especies fue de carácter especializada, ya que fueron operarios del BLF quienes hicieron la labor. Esto implica supuestamente un mayor rendimiento por la experiencia de los operarios, pero también implica mayores gastos, por la movilización, salarios, viáticos y hospedaje.

Cada árbol fue identificado con un número, utilizando etiquetas de aluminio clavadas a unos 3 m de altura, para repetir la recolección en años posteriores.

## **Procesamiento**

Este consistió básicamente en labores de extracción, limpieza y secado de semillas; para ello se utilizó: zarandas, lonas, limpiadora y secadora de semillas, balanzas, envases y etiquetas.

### ***Swietenia macrophylla***

**Extracción y limpieza.** Los frutos de *S. macrophylla* fueron colocados en zarandas a la sombra durante ocho días en proceso de post-maduración y al mismo tiempo presecado; al noveno día los frutos fueron colocados al sol por cinco horas, durante este tiempo más del 80% de los frutos se abrieron. Los frutos que no abrieron, fueron colocados nuevamente al sol por cinco horas más, algunos frutos (5%) fue necesario abrirlos golpeándolos contra el piso.

La limpieza de las semillas de caoba consistió en desalar y eliminar los materiales inertes encontrados; el proceso se hizo de dos maneras:

- Método **manual**, para un lote de 7.4 kg de semilla: consistió en desalar semilla por semilla.
- El método **semi-mecánico**, se practicó en un lote de 35.9 kg de semillas; con una limpiadora eléctrica de semillas tipo Klipper se completó la limpieza. Se cuantificó el tiempo empleado.

**Secado.** Lo más importante de este proceso es conocer el contenido de humedad óptimo en que las semillas pueden ser almacenadas sin afectar su viabilidad. Se utilizaron dos sistemas: **natural** (sol) y **artificial** (secadora de semilla).

- **Natural:** las semillas fueron colocadas en zarandas al sol durante 29 horas, en promedio de 3.2 h por día, se evitó las horas demasiado calientes del mediodía.
- **Artificial:** las semillas fueron colocadas en zarandas en una secadora artificial a temperatura constante (35°C) y 10% de humedad relativa durante 28 h.

Cada día se hizo una prueba de contenido de humedad para el sistema natural y cada 6 h para el sistema artificial, que consistió en sacar una muestra representativa (manual) de cada lote de semilla (1 kg), posteriormente de ese kg se tomaron dos muestras de 5 g cada una. Debido al tamaño de la semilla de caoba fue necesario partirlas con una tijera podadora en pequeños pedacitos. Para pesar las muestras se utilizó la balanza analítica (Muttler PM 200) con capacidad de 200 g.

Cada muestra (2) de 5 g fue colocada en el horno (GRIEVE) por 16 h a 103 °C. Después se colocaron en el "desecador" (con selenita para evitar la absorción de humedad) por 20 minutos y se volvió a pesar para calcular el contenido de humedad, así:

$$\text{Contenido de humedad} = \frac{\text{PH-PS}}{\text{PH}} \times 100$$

PH = Peso húmedo de la muestra

PS = Peso seco de la muestra

### ***Cordia alliodora***

El procesamiento de frutos y semillas de laurel se inició en el sitio de recolección. La recolección tomó cinco días; durante este tiempo se mantuvo los frutos en lugar seco y aireado, hasta el momento del transporte, el cual se hizo en sacos protegiéndolos del sol.

**Estracción y limpieza.** La extracción de las semillas es un tanto difícil y en la práctica no se hace; cada fruto contiene una semilla y el concepto de semilla se refiere a fruto y semilla juntos.

Para la limpieza se probaron dos métodos:

- **Manual** frotando los frutos manualmente hasta separar las partes florales persistentes; luego se ventiló y retiró manualmente ramitas y otros desechos.



- 
- **Manual-mecánico** frotando los frutos manualmente hasta separar las partes florales persistentes, luego se colocaron en la limpiadora de semillas, fue necesario repetir el proceso tres veces hasta obtener semillas limpias. Se cuantificó el tiempo empleado y porcentaje de pureza para ambos métodos.

**Secado.** En cuanto al secado del laurel se practicaron dos métodos:

- **Natural:** las semillas fueron colocadas al sol durante seis días (4.5 h/día), se removió constantemente para lograr un secado uniforme, se evitaron las horas demasiado calientes sobre todo las del mediodía; todos los días se hicieron pruebas de contenido de humedad;
- **Artificial:** las semillas fueron colocadas en una secadora de semilla a 35°C y 10% de humedad relativa durante 75 h consecutivas, cada seis horas se realizó una prueba de contenido de humedad.

### **Costos directos (ambas especies)**

Los costos de recolección fueron calculados con base en:

- Gastos de movilización del persona, equipos y transporte de materiales recolectados, incluye movilización del CATIE hasta los sitios de recolección, movilización dentro de las áreas de recolección y transporte de frutos y semillas al Banco de Semillas en CATIE.
- Hospedaje, fue calculado de acuerdo a las normas establecidas por CATIE, cuyo monto por persona por día es de ¢6.000 (US \$35.00) para la zona de Sardinal (caoba) y de ¢5.000 (US \$ 28.50) para la zona de Talamanca (laurel).
- Viáticos, ¢2.450,00 (US \$14) por persona para la zona de Sardinal y de ¢2.100 (US \$ 12.00) para la zona de Talamanca.
- Materiales de recolección, incluye sacos, cuerdas, etiquetas, papelería.
- Salarios, asignados por funcionarios de CATIE, incluye prestaciones.
- Gastos administrativos, 15% de los gastos totales.

Para el cálculo de los costos de procesamiento de frutos y semillas la principal variable evaluada fue la mano de obra; para esta actividad se contrató personal temporal.

Estos costos son considerados directos; en el cálculo de los mismos no se tomó en cuenta la depreciación del vehículo, equipo y maquinarias utilizadas, ni renta de instalaciones.

## Resultados y discusión

### *Swietenia macrophylla*

**Costos de recolección y procesamiento.** En total se recolectaron 1245.2 kg de frutos de caoba de los cuales se obtuvo 43.3 kg de semillas limpias. El costo total de la recolección de caoba fue de US \$1414.40; y los costos totales del procesamiento fueron de \$60.05 (Cuadro 2); la recolección tuvo un costo de US \$32.65/kg y el procesamiento US \$1.60/kg para un costo total de US \$34.25/kg.

**Cuadro 2.** Resumen de los costos totales de recolección y procesamiento de 43.3 kg de semillas de *Swietenia macrophylla*.

Actividades	Mano de obra			Materiales	Transporte	ADM-15%	Costo Total	Costo/kg
	Días Costo/día	Costo total* \$	Viat. hosp. \$					
Costos de recolec.	11 \$26.50	291.50	502.70	110.50	336.00	173.70	1414.40	32.65
Costos de procesam.	6 \$6.5	39.00	0.0	21.05	0.0	9.00	69.05	1.60
Totales		330.50	502.70	131.55	336.00	182.70	1483.45	34.25

\* Incluye prestaciones sociales

Actualmente el precio de venta de caoba, según el catálogo de semillas forestales, CATIE (1994) es de \$110.00/ kg de semilla .

**Procesamiento.** El tamaño promedio de los frutos de caoba fue de 18 cm de largo y 8 cm de diámetro. Cada fruto contiene de 62 a 70 semillas, de las cuales el 73% (48 semillas) son semillas viables y el resto 27% (18 semillas) son vanas.

El rendimiento de la extracción y limpieza manual de caoba (desalar semilla por semilla) fue de 2.5 kg/hora/hombre y la limpieza semi-mecánica, fue de 29.5 kg/hora/hombre.

Aunque el porcentaje de pureza (99.2%) fue mejor limpiando la semilla manualmente, no recompensa el tiempo invertido. La limpieza semi-mecánica, (frotar manualmente la semilla después de ser colocadas al sol por 5 h hasta que quiebre las alas y luego colocarlas en la klipper para terminar la limpieza) es casi 12 veces más rápido que el método totalmente manual. El porcentaje de pureza para el método semi-mecánico fue de 98.85%.

El Cuadro 3 muestra la relación entre el contenido de humedad y el tiempo de secado utilizando el método manual (sol) y artificial (secadora de semilla).

**Cuadro 3.** Tiempos de secado de semilla de *S. macrophylla* utilizando el método tradicional (sol) y método artificial (secadora de semillas).

Natural (sol)			Artificial (secadora)		
CH %	Horas de secado/día	Nº de días de secado	CH %	Horas de secado/día	Nº de días de secado
20.0	6	1	20.0	6	
15.3	6	1	14.2	6	
11.9	5	1	9.0	6	
9.2	2h/día	6	7.9	6	
7.9			5.0	4	
			4.8		
Total	29	9		28	1.1

Aunque el tiempo de secado al sol (natural), está altamente influenciado por las condiciones climáticas del área, tiene la ventaja de ser más económico. El lote que fue secado al sol se tomó 9 días para llegar a un contenido de humedad aceptable (7.9%), aunque sólo estuvieron las semillas expuestas al sol durante 29 h; sin embargo, con la secadora artificial independientemente de las condiciones climáticas, sólo se necesitó un poco más de un día (28 h contínuas), para llegar a un contenido de humedad de 4.8%.

### ***Cordia alliodora***

**Costos de recolección y procesamiento.** Los costos de recolección aumentan significativamente debido a las distancias de los sitios de recolección (transporte de personal y frutos). Dentro de la zona de recolección los costos aumentaron debido a las distancias entre parcelas (rodales) que en algunos casos fueron mayores a 20 km entre un rodal y otro. Los costos de recolección también son influenciados por el rendimiento obtenido de semillas.

La mayor cantidad de tiempo de recolección en un día normal, se invirtió en la búsqueda de los árboles aptos, su estado de madurez y en el establecimiento de las parcelas, siendo el tiempo efectivo de recolección de 3.1 h por día; la cantidad de árboles promedio que se logró recolectar fue de 2 árboles por día. Se recolectaron 98 kg de frutos de laurel de los cuales se obtuvo 13 kg de semillas limpias.

La experiencia con laurel mostró que el costo total de recolección de 13 kg de semillas fue de \$684,50 en mano de obra, incluye salario (2 personas), incluye viáticos y hospedaje para 4 personas durante 5 días, \$110,50 en materiales (sacos, cuerdas, etiquetas, papelería, etc.); \$112,00 en transporte (combustible y repuestos) y \$136,05 en gastos administrativos los cuales suman US\$ 1119,50 (Cuadro 4).

Los costos totales de procesamiento de semillas de laurel fueron de \$76,50 (Cuadro 4) para un total de 13 kg de semillas procesadas o sea el costo de procesamiento fue de US\$ 5.88/kg.

Con base en estos resultados, la cantidad de frutos y semillas de laurel no influyen en los costos de procesamiento; cuesta lo mismo procesar 50 kg de frutos y semillas o procesar 200 kg.

No obstante, para secado al sol, las condiciones climáticas adversas pueden ocasionar aumento en los costos y las semillas no puedan secarse rápidamente.

**Cuadro 4.** Resumen de los costos totales de recolección y procesamiento de 13 kg de semillas de *C. alliodora*.

Actividades	Mano de obra			Materiales \$	Transporte \$	ADM- 15% \$	Costo Total \$	Costo/kg \$
	Días Costo/día	Costo total* \$	Viat. hosp. \$					
Costos de recolec.	5 26.50	132.50	552.00	110.50	112.00	136.05	1043.05	80.25
Costos de procesam.	7 6.50	45.50	0.00	21.00	0.00	10.00	76.50	5.88
<b>Totales</b>		178.00	552.00	131.50	112.00	136.05	1119.50	86.13

\* Incluye prestaciones sociales.

La tasa de cambio para realizar estos cálculos fue de 175 colones por un US\$, (marzo) 1995. Actualmente el precio de venta de semilla de laurel, según el catálogo de semillas forestales, CATIE (1994) es de US\$ 80.00/kg.

**Procesamiento.** Debido al fácil manejo de las semillas de laurel y a las condiciones del clima existentes en el momento de la limpieza (viento favorable), el rendimiento de la limpieza para el método completamente manual fue el mejor (4.7 kg/h/hombre), contra 4.0 kg/h/hombre para el método de semi-mecánico. Con el método semi-mecánico donde se utilizó una limpiadora eléctrica, fue necesario pasar las semillas tres veces por la máquina. El porcentaje de pureza fue similar para ambos métodos (99.11%).

El Cuadro 5 muestra la relación entre el contenido de humedad y el tiempo de secado utilizando el método natural (sol) y artificial (secadora de semilla).

**Cuadro 5.** Tiempos de secado de semillas de *C. alliodora* utilizando el método tradicional (sol) y método artificial (secadora de semillas).

Natural (sol)			Artificial (secadora)		
CH* %	Horas de secado	Nº de días de secado	CH %	Horas de secado/día	Nº de días de secado
44.5	4.5	1	44.5	21	
35.2	4.5	1	26.8	6	
24.5	5.0	1	15.4	6	
13.0	3.0	1	10.8	6	
10.9	5.0	1	7.0	4	
9.9	6.0	1	6.5	12	
6.5			6.1	20	
			4.3		
Total	28	6		75	3.1

\* Contenido de humedad

Aunque el tiempo de secado al sol (natural), está altamente influenciado por las condiciones climáticas del área, tiene la ventaja de ser más económico. El lote que fue secado al sol (6.5 kg de semillas de laurel) se tomó 6 días para bajar su contenido de humedad a 6.5%, aunque en los 6 días sólo estuvieron durante 28 h expuestas; esto dificulta el secado y aumenta los costos de procesamiento ya que es necesario contratar un trabajador manual para que coloque las semillas al sol y esté pendiente de las condiciones climáticas existentes.

Con la secadora artificial independientemente de las condiciones climáticas, se necesitó 2.5 días (55 h) para que el lote de semillas (6.5 kg) llegara a un contenido de humedad de 6.1%. El CH de 4.3% se necesitó 20 h más para llegar al contenido de humedad deseado (4.3%), esto indica que las semillas entre más secas están, pierden con mayor lentitud la humedad (Cuadro 5).

Uno de los cuidados que se debe tener con el secado al sol de semilla de *Cordia alliodora*, es que cada noche se debe guardar la semilla en envases herméticos para que absorban humedad y retrasen el tiempo de secado. En una sola noche las semillas de laurel pueden absorber tanta humedad que aumentan su contenido hasta en un 2 a 3%.

### Conclusiones y recomendaciones

La mayor cantidad de tiempo en un día normal de recolección, fue invertida en la búsqueda de los árboles aptos y en su estado de madurez.

Se logró recolectar semillas de 1.6 árboles de caoba por día y dos árboles de laurel por día.

Los costos de recolección fueron altamente influenciados por las distancias entre los sitios de recolección.

Dentro de la zona de recolección propiamente dicha, los costos aumentaron debido a las distancias que se debió recorrer entre árboles (caoba) y entre parcelas (laurel).

En total se recolectaron 1245.2 kg de frutos de caoba de los cuales se obtuvo 43.3 kg de semillas limpias; el costo total de la recolección de caoba fue de US\$32.65/kg.

Se recolectaron 98 kg de frutos de laurel de los cuales se obtuvo 13 kg de semillas limpias; el costo total de la recolección del laurel fue de US\$ 80.25/kg.

En el procesamiento de frutos y semillas de caoba el rendimiento de la limpieza semi-mecánica (29.5 kg/h/hombre) fue 12 veces mejor que el método manual (2.5 kg/h/hombre), el costo del procesamiento fue de US\$ 1.60/kg.

El rendimiento de la limpieza de frutos y semillas de laurel fue mejor por el método manual cuyo rendimiento fue de 4.7 kg/h/hombre y la limpieza semi-mecánica fue de 4.0 kg/h/hombre, el costo total del procesamiento fue de US\$ 5.88/kg.

Se recomienda para ambas especies, si existen las condiciones y los recursos, realizar el secado de frutos y semillas artificialmente.

## **Literatura citada**

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1994. Catálogo de semillas forestales. Lista de existencia y precios de semillas forestales. CATIE, PROSEFOR-BLSF. 7 p.

\_\_\_\_\_. 1994. Laurel (*Cordia alliodora*) (Ruíz y Pavón) Oken. Especie de árbol de uso múltiple en América Central (Madeleña-3), CATIE/USAID/G-CAP/RENARM y FINIDA/PROCAFOR/PROYECTO 1/FUNDECOR. MIRENEM. Area de Manejo de Silvicultura de Bosques Tropicales, CATIE. Serie Técnica N° 39. 41 p.

CORTEZ SAENZ, E. F. 1990. Ensayos sobre métodos de recolección y transporte de frutos y semillas forestales. *In* CONIF-Seminario Taller sobre investigación en semillas forestales tropicales (Memorias). Eds. T. Triviño y L. F. Jara. CONIF. Serie Documentación N° 18. Colombia. p. 119-138.

INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA. 1990. I. Encuentro Regional sobre especies forestales nativas de la zona norte y atlántica (1989), Chilamate, Sarapiquí, C.R. (Memoria), Eds. González, J. E.; Butterfield, R.; Segleau, J.; Espinoza, M. C.. Cartago, Costa Rica. 48 p.

JARA, L.F. 1995. Producción y rendimientos de diez especies tropicales en Centro América. Proceedings XX IUFRO World Congress, Tampere, Finland. August 6-12, 1995. 194 p.

---

## Costos de recolección y procesamiento de semillas forestales en el Salvador

*José M. Valle\**; *Luis F. Jara\*\**;  
*Juan A. Salinas\*\*\**

Se realizaron muestreos para determinar la producción y rendimientos de semillas en cinco fuentes semilleras seleccionadas de *Eucalyptus citriodora*, *E. camaldulensis* y *Tectona grandis*, localizadas en haciendas del sector reformado y una particular. Aprovechando estos muestreos, se estimaron los costos directos para el productor de la recolección y procesamiento de los frutos y semillas en el casco de las haciendas. Este trabajo fue apoyado por el Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR) del CATIE en coordinación con el Servicio Forestal y de Fauna de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR) de El Salvador.

### Introducción

La recolección de semillas se organiza evaluando el sistema más adecuado para cada especie en función del tamaño del árbol, hábitos de fructificación, tipo y densidad del bosque, forma de diseminación y tamaño de frutos. Por esta razón la Dirección General de Recursos Naturales Renovables a través del Servicio Forestal y de Fauna en coordinación con PROSEFOR ha venido trabajando por el mejoramiento de las semillas forestales en El Salvador. Con el apoyo de ellos, se logró establecer el grupo de productores de semillas forestales, con miras a reforzar el abastecimiento continuo y oportuno de material reproductivo forestal de buena calidad física y genética para los diferentes programas de reforestación en El Salvador.

En una de estas reuniones con los productores de semillas surgió la necesidad de conocer los costos de recolección y procesamiento de semillas para lograr su comercialización. Por esta razón, el Servicio Forestal y el PROSEFOR emprenden acciones para determinar los costos de recolección y procesamiento, mediante muestreos de cinco haciendas de productores y con tres especies de alta prioridad para el país.

El objetivo de este trabajo fue estimar los costos directos para el productor de la recolección y el procesamiento de semillas de tres especies forestales obtenidas de fuentes seleccionadas en El Salvador.

**Especies establecidas.** El Cuadro 1 muestra las tres especies consideradas en el estudio. Incluye la localización de los sitios de plantación en El Salvador. Todas las plantaciones pertenecen a personas particulares.

---

\* *Servicio Forestal y de Fauna, El Salvador*

\*\* *PROSEFOR, CATIE, Turrialba, Costa Rica*

\*\*\* *CEDEFOR, El Salvador*

El Cuadro 2 presenta las características climáticas y geográficas de cada uno de los sitios donde se plantaron las especies. Todos los sitios se ubican en la parte media entre 400 y 600 msnm a excepción de uno, con clima húmedo pero con estación seca prolongada (de 5 a 6 meses).

## Metodología

En cada fuente semillera seleccionada, se procedió a tomar toda la información general del sitio y de la fuente semillera en formularios (Anexo 1 y 2). Posteriormente, se levantaron una o dos parcelas 1000 m<sup>2</sup>, dependiendo de la variabilidad del terreno, con el fin de determinar los siguientes parámetros:

1) Calificación de árboles categoría 1, 2 y 3 según Mesén (1990). 2) Árboles que pueden ser escalados por operarios. 3) Número total de árboles (densidad)

Se contrató un equipo de dos operarios de la región, con o sin algún grado de destreza en escalamiento de árboles para que realizara la recolección de frutos o semillas. El escalador utilizó manila para el ascenso al árbol y una tijera podadora de extensión para cortar las ramas y/o frutos de la copa. Sobre la base del árbol se extendió un plástico negro para lograr obtener las ramas con los frutos por el escalador. Los materiales utilizados para la recolección aparecen en el Cuadro 4.

**Cuadro 1.** Lista de especies forestales y localización geográfica de los sitios en El Salvador.

Nombre científico	Nombre común	Sitio (Hacienda)	Municipio Cantón	Depto.
<i>Eucalyptus citriodora</i>	eucalipto	Santa Bárbara	Olocuilt	La Paz
<i>Eucalytus citriodora</i>	eucalipto	El Sunza	Izalco	Sonsonate
<i>Eucalytptus camaldulensis</i>	eucalipto	Tihuiloc	Santiago Nonualco	La Paz
<i>Tectona grandis</i>	teca	Talcualhuya	San Juan Opico	La Libertad
<i>Tectona grandis</i>	teca	Santa Teresa	Armenia	Sonsonate

## Procesamiento

Se contrató un operario de la hacienda para el secado de los frutos. Cada día, esta persona extendía sobre una superficie plana, una lona de 6 x 5 m y sobre ella colocaba los frutos uniformemente. El sitio escogido estaba expuesto a plena exposición solar. El operario volteaba los frutos cada dos o tres horas y los empacaba al final del día. Al tercer o cuarto día, iniciaba la separación entre frutos y semillas, dejando secar por 1 ó 2 días a las semillas. Se registró el tiempo aproximado de que utilizó el operario para esta labor. Se utilizaron tamizes para limpiar aún más las semillas de eucalipto de impurezas y desperdicios. Al final del proceso se pesó la semilla seca en una balanza con aproximación al 0.1 kg.

Para calcular de los costos se tuvo en cuenta el valor del jornal diferencial para cada sitio. El costo de los materiales se obtuvo del comercio en San Salvador y para incluirlos dentro del cálculo total, se estimó su depreciación utilizando el método de línea recta, el cual consiste en estimar la vida



útil del material y dividir su costo entre el número de años de vida útil. A pesar de realizar esta operación, el peso del material utilizado sobre el costo total, está sobreestimado (Cuadro 7).

Al costo total se agregó un 5% por concepto de administración, toda vez que la hacienda requiere de un proceso para contratar, supervisar y cancelar a los trabajadores en las labores de recolección y procesamiento.

**Cuadro 2.** Características climáticas y geográficas de los sitios de cinco fuentes semilleras en El Salvador.

Características	Santa Bárbara	El Sunza	Tihuilocoyo	Talcualhuya	Santa Teresa
Especie	<i>E. citriodora</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>T. grandis</i>	<i>T. grandis</i>
Zona de vida	bh-T	bh-PM	bh-T	bh-ST(F)	bh-ST(F)
Altitud (msnm)	380	600	20	400	470
Longitud (E)	89° 07'	89° 34'	88° 58'	89° 20'	89° 28'
Latitud (N)	13° 33'	13° 45'	13° 27'	13° 56'	13° 46'
Precipitación (mm/a)	1969	2274	1727	1753	1672
Temperatura media (°C)	26.5	24.2	26.8	23.8	23.8
Pendiente (%)	5.5	3.0	2	5	30.40
Fisiografía	Colina Baja	Colina Media	Llano	LLano	Colina Media

**Cuadro 3.** Descripción de cinco fuentes de semillas forestales en El Salvador

Características	Santa Bárbara	El Sunza	Tihuilocoyo	Talcualhuya	Santa Teresa
Especie	<i>E. citriodora</i>	<i>E. citriodora</i>	<i>E. camaldulensis</i>	<i>T. grandis</i>	<i>T. grandis</i>
Tipo de Rodal	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación
Edad (años)	17	14	10	15	19
Area total (ha)	0.5	2.5	2.0	4.6	2.5
Densidad (a/ha)	270	240	390	240	590
Altura prom. (m)	25.0	19.9	24.0	20.0	21.0
DAP Prom. (cm)	23.5	23.2	26.8	25.2	32.5
Número raleos	3	2	2	2	1
Clasific.	R.S.	F.S.	F.S.	F.S.	F.S.
Fuente**					

\*\*RS: Rodal Semillero; FS: Fuente Seleccionada; F.I.: Fuente Identificada

El Cuadro 3 indica las características de las fuentes semilleras en donde se realizó el estudio. Todas las fuentes son plantaciones artificiales, con edades superiores a los 10 años y con densidades que fluctúan entre 240 y 590 árboles; esto depende del número de raleo que le hayan practicado. Por último se presenta la clasificación de la fuente, según la propuesta de PROSEFOR.

El operario cortó ramas e inflorescencias de la copa del árbol, mientras su compañero despojaba de ramas y hojas a las inflorescencias para colocarlas sobre el plástico negro. Una vez terminada la recolección en cada árbol, se empacaba en sacos de nylon y henequén. Al final del día se pesaban los sacos en una balanza con aproximación al 0.1 kg y posteriormente se llevaron al casco de la hacienda. Esta operación se repitió por tres días consecutivos. También se contabilizó las horas efectivas de trabajo para cada día. En la oficina se complementó la información realizando los siguientes cálculos:

- Rendimiento de recolección frutos/semilla (kg/h/d)
- Rendimiento de procesamiento de semilla (kg/h/d)

**Cuadro 4.** Material utilizado para la recolección y procesamiento de semillas forestales en el Salvador.

Detalle	Unidad	Costo unitario (colones)	Vida útil (años)	Depreciación anual* (colones)	Uso
Tijera de brazo largo	1	210.00	5	42.00	R
Sacos	3	4.00	4	3.000	R
Linga de 35 cm	1	180.00	10	18.00	R
Lazo	1	6.50	1	6.50	R
Plástico negro	5.9 m	9.90	5	12.87	R
Corvo o machete	1	30.00	5	6.00	R
Lona	25 m <sup>2</sup>	12.80	10	32.00	P
Pita	0.1 bollo	20.00	1	2.00	R
Cedazo	0.91 m	10.00	1	10.00	P

\* Calculado por método de línea recta  
R = Recolección; P = Procesamiento

## Resultados

**Recolección.** Un resumen de los resultados de costos de recolección se presenta en el Cuadro 5. En la columna mano de obra, se especifica el total de hombre-diarario que se requieren para cada sitio por los tres días consecutivos, el valor del jornal diario y el total de la mano de obra que resulta del producto de las dos columnas anteriores. El costo de los materiales es igual para todos los sitios ya que se utilizaron los mismos. A la suma de materiales y mano de obra se calculó un 5% por administración.

El costo total representa el costo de recolección de frutos obtenidos en tres días de trabajo continuo. Para el caso de la Hda. El Sunza, el costo fue mayor debido a que se contrataron dos equipos de escaladores.

El Cuadro 6 muestra los costos del presupuesto de los frutos y semillas y se calculó en forma similar a la recolección. El costo del jornal es un 65% inferior al de la recolección, debido a que se contrataban mujeres de la hacienda para esta actividad.

A excepción de la Finca Santa Teresa, igualmente, el costo total representa el acumulado del procesamiento de frutos recolectados en los tres días consecutivos.

**Cuadro 5.** Costos de recolección de semillas de tres especies forestales en El Salvador, 1995.

Sitio	Especie	Mano de obra			Materiales (¢)	Adminis- tración (5%)	Total costo (¢)*	
		Hacienda.	D/H**	Sal./D ***				(¢)
Santa Bárbara	<i>E. citriodora</i>		6.00	25.00	150.0	90.37	12.02	252.39
El Sunza	<i>E. citriodora</i>		12.00	25.00	300.0	90.37	19.51	409.89
Tihuilocoyo	<i>E. camaldulensis</i>		6.00	35.00	210.0	90.37	15.02	315.38
Coop. Talcualuya	<i>T. grandis</i>		6.00	23.10	138.6	90.37	1145.0	240.42
Santa Teresa	<i>T. grandis</i>		6.00	30.00	180.0	90.37	13.52	283.89

\* 1 ¢ = \$8.72

\*\* Días/hombre

\*\*\* Salario/día

**Cuadro 6.** Costos de recolección de semillas de tres especies forestales en El Salvador, 1995.

Sitio	Especie	Mano de obra			Materiales (¢)	Adminis- tración (5%)	Total costo (¢)*	
		Hacienda.	D/H**	Sal./D ***				(¢)
Santa Bárbara	<i>E. citriodora</i>		1.25	18.00	22.50	42.00	3.23	67.73
El Sunza	<i>E. citriodora</i>		1.25	18.00	22.50	42.00	3.23	67.73
Tihuilocoyo	<i>E. camaldulensis</i>		1.25	20.00	25.00	42.00	3.35	70.35
Coop. Talcualuya	<i>T. grandis</i>		2.50	19.80	49.50	42.00	4.60	96.10
Santa Teresa	<i>T. grandis</i>		2.00	30.00	60.00	42.00	5.10	107.10

\* 1 ¢ = \$8.72

\*\* Días/hombre

\*\*\* Salario/día

En el Cuadro 7 se presenta un resumen de los costos para las dos operaciones de recolección y procesamiento. Se presenta la recolección total para cada sitio durante los tres días, la semilla obtenida después del procesamiento, el costo total de las dos operaciones y el cálculo del costo por kg de semilla limpia y seca en el sitio de recolección.

Para *E. citriodora* el costo varía de acuerdo al sitio entre ¢122 y ¢90/ kg (US \$14.00 y 10.00/kg); para *E. Camaldulensis* con fruto más grande el costo asciende a ¢60.00/kg, equivalentes a US \$6.9/kg. En el caso de la teca, el costo fue menor para el rodal con mayor número de raleos que en Talcualuya, debido a que se encontró mayor producción de semilla en los árboles sin tanta competencia, lo cual incide en que los trabajadores no tengan que escalar muchos árboles en un solo día.

**Cuadro 7.** Costo estimado por kilogramo de semilla procesada por sitio en El Salvador, 1995.

Sitio	Especie	Mano de obra			Materiales (¢)	Administración (5%)	Total costo (¢)*	
		Hacienda.	D/H**	Sal./D ***				(¢)
Santa Bárbara	<i>E. citriodora</i>		6.00	25.00	150.0	90.37	12.02	252.39
El Sunza	<i>E. citriodora</i>		12.00	25.00	300.0	90.37	19.51	409.89
Tihuilocoyo	<i>E. camaldulensis</i>		6.00	35.00	210.0	90.37	15.02	315.38
Coop. Talcualuya	<i>T. grandis</i>		6.00	23.10	138.6	90.37	1145.0	240.42
Santa Teresa	<i>T. grandis</i>		6.00	30.00	180.0	90.37	13.52	283.89

\* 1 ¢ = \$8.72

\*\* Días/hombre

\*\*\* Salario/día

## Conclusiones

Los costos de recolección y procesamiento de semilla para el productor son:

*Eucalyptus citriodora*: entre:

¢90.00 y ¢122,00 (colones) por kilogramo de semilla (US \$10.40 y US \$14.00/kg).

*Eucalyptus camaldulensis* entre:

¢60.00 (US \$6.90/kg)

*Tectona grandis* entre:

¢16.00 y ¢20.00/kg (US \$1.80 y 2.30/kg)

El costo de recolección representa entre el 70% y 80% del costo total; incluye el 25% de materiales y un 20% en el procesamiento, de éste, entre el 60 y 75% corresponde a mano de obra y el 20% a materiales.

---

El costo del procesamiento representa entre el 20 y 30% del costo total.

Los costos de recolección y procesamiento para el productor en el sitio son bajos y representan una alternativa de ingreso atractiva, teniendo como base los precios de venta de semillas en el mercado nacional.

### **Literatura citada**

CURSO REGIONAL SOBRE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES. 1995. Producción y rendimientos de recolección y procesamiento de semillas forestales. Jara L. F. Turrialba, Costa Rica .CATIE.

CURSO SOBRE SELECCION Y MANEJO DE RODALES SEMILLEROS. 1994. Producción de semillas de algunas especies forestales en El Salvador. Jara, L. F. San salvador, CATIE/PROSEFOR. 19 p.

MESEN, F. 1990. Clasificación de fuentes de producción forestales. In Curso Nacional de Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. DIGEBOS-PROSEFOR. CATIE. Memorias. Baja Verapaz, Guatemala. Agosto 1 al 5, 1994. 6 p.

## ANEXO 1

REPUBLICA DE EL SALVADOR  
DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
Servicio Forestal

### Descripción de Rodales Semilleros

#### INFORMACIÓN TAXONOMICA

Código del rodal \_\_\_\_\_

Nombre Botánico: \_\_\_\_\_

Nombre común: \_\_\_\_\_ Familia: \_\_\_\_\_

Procedencia: \_\_\_\_\_ Origen: \_\_\_\_\_

#### INFORMACION GEOGRAFICA

Caserío/Sitio: \_\_\_\_\_

Municipio: \_\_\_\_\_

Departamento: \_\_\_\_\_ País: \_\_\_\_\_

Latitud: \_\_\_\_\_ Longitud: \_\_\_\_\_ Altitud: \_\_\_\_\_ (msnm)

Delimitación del Rodal y localización detallada: \_\_\_\_\_

#### INFORMACION CLIMATICA

Topografía: pendiente: ----- Aspecto: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

Zona de vida: (Holdridge): \_\_\_\_\_

Estación meteorológica representativa: \_\_\_\_\_

Años de observación: \_\_\_\_\_ Lat.: \_\_\_\_\_ Long.: \_\_\_\_\_

Altitud: \_\_\_\_\_ (msnm) Distancia al sitio \_\_\_\_\_ (km)

	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total	Promedio
Precip (mm)														

Temp. promedio: \_\_\_\_\_ °C Nº meses menos de 50 mm \_\_\_\_\_

Factores climáticos limitantes: \_\_\_\_\_

#### INFORMACION SOBRE EL RODAL

Tipo 1: \_\_\_\_\_ año de plantación \_\_\_\_\_ Area: \_\_\_\_\_ (ha)

Densidad: \_\_\_\_\_ Arboles/has

Altura 2: \_\_\_\_\_ (m) DAP2: \_\_\_\_\_ (cm<sup>2</sup>)

Calidad de los árboles: Proporción clase 1 \_\_\_\_\_ clase 2 \_\_\_\_\_/ha

Sanidad: \_\_\_\_\_

Grado y tipo de intervención: \_\_\_\_\_

Grado de aislamiento: \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

## ANEXO 2

Nombre del técnico: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Recomendaciones: \_\_\_\_\_

### INFORMACION SOBRE EL RODAL

- 1) Natural (puro o mixto, primario o secundario), plantación experimental (especificar), huerto semillero de plántulas, huerto semillero clonal, otros (especificar)
- 2) Basados en una muestra representativa, excluyendo árboles suprimidos
- 3) No intervenido, raleos efectuados, necesidad de intervención, etc.
- 4) Cualquier otra información relevante (características del suelo, incidencia o peligro de incendios, etc.)

Pegar la sección correspondiente de la hoja cartográfica (1:50.000) en el área indicada, mostrando la ubicación del rodal. Hacer una breve descripción, indicando puntos de referencia fácilmente reconocibles. Agregue el nombre, dirección y teléfono del propietario.

Sección de la hoja cartográfica \_\_\_\_\_ N° \_\_\_\_\_

Hoja cartográfica	Croquis
-------------------	---------

Nombre del propietario: \_\_\_\_\_

Dirección: \_\_\_\_\_

Teléfono: \_\_\_\_\_





---

## Algunos principios básicos para la conformación de redes de semillas forestales

Luis F. Jara\*; César Telón\*\*

**La integración y puesta en marcha de redes nacionales constituye una alternativa viable para apoyar el intercambio técnico y comercial entre productores y consumidores de semillas forestales. Se presenta una propuesta sobre los principios y conceptos básicos para la conformación de estas redes, indicando sus objetivos, algunas estrategias para lograr los propósitos planteados, las principales acciones a realizar y una breve descripción sobre una organización mínima para su funcionamiento y seguimiento a las actividades fijadas.**

### Introducción

En los últimos cinco años, el mercadeo regional de semillas forestales ha sufrido variaciones significativas, notándose una tendencia ascendente, motivada en el despertar de la conciencia ambiental y el impulso de los planes de acción forestal e incentivos económicos a la reforestación (Trujillo 1994).

Las estimaciones de áreas para plantación forestal entre 1987 y 1992, basadas en los planes de acción forestal disponibles, asciende a un total aproximado de 170.000 ha, cifra que es relevante y de consideración para el desarrollo del sector forestal regional. No obstante, no se cumplieron estas metas anuales, debido a implicaciones económicas, sociales, políticas y técnicas. Las posibilidades de éxito para estos programas dependen en gran medida, de la correcta selección de las especies y procedencias y de la calidad de las fuentes o rodales semilleros (Jara 1995).

La cantidad de semilla que se hubiera requerido para cumplir con esas metas, se estimó en un poco más de 70 toneladas para todo el quinquenio (Danida, citado por Jara, 1995). Esta cantidad es elevada para la capacidad de operación, recolección y almacenamiento de los bancos de semillas forestales de los países de la región. Además, en la mayoría de los países de América Central, no se han establecido criterios ni procedimientos técnicos claros ni objetivos, para la selección de fuentes semilleras que cumplan con los parámetros mínimos de calidad. Como consecuencia, un alto porcentaje de las plantaciones establecidas durante ese período no tuvieron el rendimiento ni la productividad esperada, haciendo que los inversionistas perdieron parcialmente su interés por la actividad.

Esta propuesta para la conformación de redes nacionales de semillas forestales en Centro América, se orienta al reforzamiento para el abastecimiento de semillas forestales de calidad física y genética, contribuyendo así, al mejoramiento de la calidad y productividad de las plantaciones emprendidas por la iniciativa privada, gobierno y las organizaciones no gubernamentales (ONGs).

---

\*Proyecto de Semillas Forestales, PROSEFOR-DANIDA, CATIE, Turrialba, Costa Rica

\*\* Banco de Semillas Forestales, DIGEBOS, Guatemala

---

Este tipo de agremiación denominada red, involucra a los actores más relevantes de la producción, comercialización y consumo de semillas forestales en cada país. Se quiere definir la red, como una instancia de coordinación de los servicios, productos y recursos de las empresas e instituciones miembros.

### **Objetivo general de las redes**

Su propósito global será reforzar el abastecimiento continuo y oportuno de material reproductivo forestal de buena calidad física y genética para los programas de reforestación, mediante la agrupación de productores, comercializadores y consumidores de semillas forestales en cada país. A largo plazo, la red persigue contribuir al mejoramiento de la calidad y producción de las plantaciones forestales mediante el fomento y promoción de semilla genéticamente comprobada.

### **Objetivos específicos de las redes**

- Intercambiar información técnica sobre producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal.
- Divulgar las mejores fuentes semilleras inscritas en el registro nacional de productores, establecido por la entidad administradora de los recursos forestales o el organismo designado por Ley.
- Identificar los requerimientos de capacitación de personal a diferentes niveles en lo relacionado con semillas y mejoramiento genético forestal, así como facilitar el logro de su financiamiento.
- Analizar la oferta y demanda de semillas en el país y sugerir estrategias a corto y mediano plazo para garantizar el abastecimiento continuo.
- Aunar esfuerzos entre la iniciativa privada, las instituciones gubernamentales y las universidades para identificar vacíos tecnológicos y proponer proyectos de investigación básica y aplicada para su solución.

### **Estrategias generales**

La red se fundamenta en las capacidades y recursos de sus miembros como base de su sostenibilidad, antes que en recursos externos. Para ello, desarrollará mecanismos de autofinanciamiento que permitan la consolidación y continuidad de sus actividades.

Debe ser además, una asociación apolítica, no lucrativa, de duración indefinida y sin una sede de trabajo preestablecida por sus miembros.

---

La red será una instancia de intercambio de servicios, productos y recursos, por lo cual se basará en una estrecha coordinación que permitirá el flujo permanente de ofertas y demandas de los mismos.

Esta asociación pretenderá involucrar el mayor número de miembros y principalmente a las personas individuales o jurídicas más relevantes en el campo de la producción, comercialización y/o consumo de material reproductivo forestal. Cada miembro procurará incluir otros interesados dentro de su área geográfica de acción.

A nivel de agricultores, se busca la vinculación con las comunidades organizadas que consuman material reproductivo forestal y/o posean fuentes semilleras reconocidas por la entidad administradora de recursos forestales.

Se busca establecer un diálogo abierto y sincero con la entidad administradora de los recursos forestales para la correcta y ágil aplicación de la ley forestal en el manejo de las fuentes semilleras naturales o plantadas que hayan sido seleccionadas y registradas.

Es necesario identificar y sugerir mecanismos a la entidad administradora forestal, para que exija a los proyectos de reforestación que se benefician de los incentivos fiscales o de otro tipo que fije el gobierno, utilizar semilla de las fuentes seleccionadas y registradas.

Se le dará prioridad a la implementación de mecanismos de información (bancos de datos, boletines, registros, etc.) y a la consecución y generación de recursos para capacitación e investigación.

La red debe buscar para que la entidad administradora forestal o la que designe la ley de cada país, implemente un sistema de certificación de calidad y origen de semillas forestales de las fuentes registradas.

Se deben implementar mecanismos para mantener una comunicación con las instituciones gubernamentales y privadas, para la divulgación y uso de semillas de calidad mejorada.

### **Principales funciones de las redes**

Establecer, mantener y divulgar entre los miembros de la red un registro de personas, instituciones y/o empresas que tengan en común la producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal.

Intercambiar y divulgar entre sus miembros información técnica y comercial de material reproductivo forestal (oferta, demanda, precios, fuentes, tecnología, resultados de investigación, proyectos, eventos publicaciones, bibliografía, etc.) a nivel nacional internacional.

Informar a la entidad administradora forestal sobre las nuevas fuentes semilleras o las que se encuentran en peligro de extinción, para su evaluación, selección, calificación protección y registro, según sea el caso.

---

Promocionar a nivel nacional e internacional las fuentes semilleras registradas por la entidad administradora forestal en cada país de la región; de esta manera facilitar su mercadeo entre los diferentes productores y consumidores.

Determinar y analizar anualmente la oferta y demanda de material reproductivo forestal entre los miembros de la red y sugerir estrategias a corto y mediano plazo, para asegurar un abastecimiento continuo de semillas mejoradas.

Identificar las necesidades de capacitación de personal y promover su entrenamiento en la producción y manejo de semillas y mejoramiento genético forestal a diferentes niveles (curso cortos, pasantías, postgrado, entrenamiento en servicio), y contactar las instituciones nacionales e internacionales para su financiamiento.

Analizar e identificar problemas y/o vacíos tecnológicos en el área de material reproductivo forestal y elaborar y proponer proyectos de investigación para su solución.

La red debe velar porque exista una clara diferenciación entre las calidades de semillas sobre la base de la clasificación de fuentes establecidas por la entidad rectora de los recursos forestales o la entidad delegada por la ley.

Apoyar y proponer estudios de mercado de semillas forestales a nivel nacional y regional con miras a mejorar su comercialización.

Divulgar entre los miembros de la red, los cambios que ocurran en la legislación relacionada con material reproductivo forestal y la certificación de semillas.

Dar a conocer a los miembros de la red los servicios de infraestructura (laboratorios, terrenos, bibliotecas o centro de información, cuartos fríos, procesamiento, etc.), productos y recursos humanos de cada uno, para complementar necesidades entre los mismos.

### **Propuesta de organización de la red**

La red, como instancia de relación e intercambio de servicios, productos y recursos, tendrá una estructura mínima compuesta por tres niveles: la **Asamblea de Miembros**, la **Coordinación General** y las **Comisiones de Trabajo**.

La **Asamblea de Miembros** será la instancia suprema de decisión por cuanto es la reunión de todos los asociados con voz y voto. Esta se reunirá en forma ordinaria tres veces al año para analizar el desenvolvimiento de la red en el período anterior y aprobar los lineamientos de políticas y de acción. Podrá reunirse en forma extraordinaria si así lo amerita. Las principales funciones de la Asamblea serán:

- Aprobar los informes de actividades cuatrimestrales que presenta la Coordinación General.

- 
- Analizar y aprobar los lineamientos de política, estrategias y de acción que se presentan sus miembros en las reuniones periódicas.
  - Discutir y aprobar el plan anual de operaciones que presenta para el año subsiguiente la Coordinación General.
  - Elegir anualmente a los Coordinadores Generales y removerlos en caso que la misma Asamblea lo considere conveniente.
  - Conformar las Comisiones de trabajo con los objetivos específicos de la red, de los planes anuales de operación y de las estrategias establecidas.
  - Elaborar, discutir y aprobar el documento base sobre los objetivos, funciones, estrategias y organización de la red.
  - Definir las fechas y los sitios de las reuniones cuatrimestrales, los cuales se deberán rotar en las diferentes sedes de trabajo de las instituciones/empresas miembros.

La **Coordinación General** de la red ejecutará y desarrollará los lineamientos de política y de acciones formulados por la Asamblea de Miembros. Estará conformada por dos personas: una que represente los intereses del sector privado forestal del país y otra al sector gubernamental en el campo de las semillas forestales y del mejoramiento forestal. Tendrá como principales funciones las siguientes:

- Mantener una estrecha relación entre los miembros.
- Convocar a la Asamblea Ordinaria de Miembros cada cuatro meses (ordinaria) o cuando sea conveniente (extraordinaria).
- Elaborar los planes anuales operativos y de acción y presentarlos a consideración de la Asamblea de Miembros para su aprobación.
- Dar seguimiento a los compromisos acordados por la Asamblea de Miembros.
- Llevar un libro de actas de las reuniones de Asamblea de Miembros y preparar el acta de la reunión anterior para consideración de la Asamblea.
- Divulgar entre los miembros la información general sobre producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal, ya sea generada por la misma y/o recibida de fuentes externas.
- Implementar un centro de documentación e información técnica relacionada con producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal.
- Promocionar la red a nivel nacional e internacional ante las instancias correspondientes.

- 
- Implementar y llevar un registro de las personas individuales o jurídicas que se dediquen a la producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal.
  - Proponer, elaborar y presentar a la Asamblea los mecanismos para lograr la sostenibilidad y autofinanciamiento de las actividades de la red.
  - Dar seguimiento y control a las actividades de las Comisiones de Trabajo establecidas por la Asamblea.
  - Elaborar y presentar informes cuatrimestrales a la Asamblea sobre los avances y aspectos más relevantes de las acciones realizadas en ese período.

Serán **Miembros** de la red todas aquellas instituciones de los sectores privado y público, personas individuales o jurídicas, investigadores y capacitadores, que tengan relación con la producción, consumo y comercialización de material reproductivo forestal.

Para ingresar como miembro de la red, la persona natural o jurídica debe solicitarlo a la Coordinación General para su estudio y aprobación. Toda entidad miembro representará solo una empresa o institución pública y deberá tener un miembro principal y un suplente delegados por la institución correspondiente. Las principales funciones de los miembros serán:

- Participar en todas las reuniones ordinarias y extraordinarias que la Coordinación General convoque.
- Colaborar con la Coordinación General con información técnica y comercial relacionada con material reproductivo forestal.
- Poner a disposición de la Coordinación General los recursos institucionales disponibles que puedan ser útiles para el adecuado funcionamiento de la red.
- Colaborar en la identificación y selección de miembros potenciales para la red.
- Participar y cumplir con los compromisos adquiridos en los planes operativos y tareas encomendadas a las Comisiones de Trabajo establecidas por la Asamblea General.
- Contribuir con la Coordinación General en el diseño e implementación de un centro de documentación relacionado con la producción, demanda, consumo y comercialización de material reproductivo forestal.
- Colaborar en forma oportuna a la Coordinación General, con el suministro de información técnica, económica y comercial cuando ésta la solicite.
- Apoyar a la Coordinación General en las actividades rutinarias y a la organización de eventos que ésta se proponga.

---

## **Metas y alcances de la red**

- Agrupación consolidada y organizada de la mayoría de los actores relacionados con la producción, comercialización y consumo de semillas forestales en el país.
- La producción, comercialización y consumo de semillas en cada país se realiza con material de alta calidad física y de la procedencia/origen conocido.
- Generación de información sobre oferta y demanda anual de material reproductivo forestal y elaboración de propuestas de estrategias a corto y mediano plazo para garantizar el abastecimiento de material.
- Establecimiento y funcionamiento de un mecanismo de divulgación de sobre producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal a nivel nacional es internacional.
- Capacitación de personal técnico a diferentes niveles en sistemas de recolección, procesamiento, almacenamiento y suministro de material reproductivo forestal, en la medida de sus posibilidades.
- Apoyo en la estructuración e implementación de un programa de investigación en material reproductivo y de mejoramiento genético forestal.
- Elaboración de un registro nacional sobre personas individuales y/o jurídicas que se dedican a la producción, comercialización y consumo de material reproductivo forestal.
- Propuestas viables sobre la conservación de áreas semilleras de relevancia económica y biológica en peligro de extinción o amenazas por efectos naturales.

## **Literatura citada**

- JARA N, L. F. 1995. Objetivos y proyecciones del PROSEFOR. *In*: Curso nacional sobre Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras, La Leona, León, Nicaragua. 20-24 marzo de 1995. Memorias. CATIE. p. 1-13.
- PROFOR, IC/COTESU. 1994. Proyecto de apoyo a la red de semillas forestales de Bolivia, RENARE. Programa de reemplamamiento forestal PROFOR-Banco de Semillas. Cochabamba, Bolivia. 19 p., 9 anexos.
- TRUJILLO, N. E. 1995. CATIE y el mercado regional de semillas forestales. Turrialba, Costa Rica. Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. BLSF, CATIE, 6 p. (Documento de trabajo).

---

## **Necesidad de una regulación internacional dinámica y funcional en el uso de las semillas forestales en América Latina**

*Oscar Ochoa M.\**

**Los países latinoamericanos tratan de compensar la pérdida de bosques intensificando programas de reforestación e introduciendo sistemas agroforestales. El uso de material incompatible de especies forestales nativas y exóticas y sus consecuencias, ha sido documentado en varios países. De ahí la necesidad de adoptar una regulación internacional dinámica y funcional, que norme el movimiento y uso de material reproductivo. Estas normas ya existen y son conocidas internacionalmente, por lo que sería esencial e inteligente incorporarlas haciendo los ajustes necesarios dentro de un sistema regional. No se requiere de grandes avances científicos en el estudio, ni una pérdida de tiempo en su adopción.**

### **Introducción**

El uso eficiente de un suministro de semillas depende de evaluaciones precisas sobre su calidad genética y física. Un programa efectivo deberá proveer al usuario la información necesaria, confiable y permanente del material reproductivo que suministra. El traslado de semillas a través de diferentes fronteras, requiere el cumplimiento de varias leyes y regulaciones de gobiernos y organizaciones internacionales. Los análisis y controles oficiales juegan un papel importante en el cumplimiento de esas exigencias. Los centros oficiales de semillas forestales de cada país deben cumplir un papel importante y crucial, dado que deben asegurar la información, registro y calidad de las semillas, tanto para el comercio nacional como internacional.

Los gobiernos deben reasumir sus obligaciones y responsabilidades como normadores y controladores, y no como competidores con el sector privado, de aquellas actividades que han sido dadas y que son de estricta competencia de cada sector, dentro del sistema actual de globalización de las economías y mercado libre. En este documento se consideran problemas, relacionados con las regulaciones técnicas legales existentes para el material reproductivo forestal, así como las redes internacionales afines, y se ofrecen algunas sugerencias sobre el mejoramiento de estos procedimientos para los países latinoamericanos.

### **Necesidades actuales**

La comunidad forestal latinoamericana debería aprovechar la información técnica disponible; especialmente de los países templados y adaptarlas a las necesidades de los bosques tropicales y subtropicales. Los esfuerzos por la conservación de los bosques tropicales y la reforestación se incrementarán en las próximas décadas. Las semillas cumplirán un papel esencial en estas

---

\* *Empresa Semillas Tropicales S. de R.L. (SETRO, S. de R.L.), Siguatepeque, Honduras*



---

actividades, ya que son la forma primaria de material vegetal reproductivo que puede cruzar barreras geopolíticas. Con el fin de ordenar y consolidar una regulación internacional, hay varias acciones que deben llevarse a cabo:

**Estandarizar tecnologías.** Especialmente de aquellos términos técnicos que usualmente utilizan los tecnólogos en semillas, especialistas en genética forestal y silvicultura . En cada campo se utilizan ocasionalmente terminologías iguales pero que tienen diferentes significados. Ej: pureza, viabilidad, rodal semillero, huerto semillero.

**Establecer metodologías de investigación.** Deben utilizarse metodologías existentes de otros campos, compatibles, prácticas y además definir prioridades.

**Definir los campos prioritarios de investigación en semillas.** En América Latina se investiga en cualquier área de semillas sin una planificación adecuada; sin considerar aquellas áreas básicas y prioritarias. Ej: metodologías y técnicas de almacenamiento de semillas recalcitrantes, semirecalcitrantes, ortodoxas, fisiología de semillas, bioquímica, química.

**Crear registros de material vegetal reproductivo.** Los registros deben estar orientados para el material reproductivo vegetal nativo, en tránsito y el exótico.

**Elaborar un manual sobre el manejo de semillas tropicales y subtropicales.** La experiencia acumulada y en progreso actual, en América Latina y otros países tropicales y subtropicales, requiere considerarse y ponerla a disposición de los usuarios en un manual de semillas.

**Adoptar un modelo de certificación genética y física de semillas.** Ambos modelos deben reflejar toda la información precisa y detallada de la procedencia y su calidad fisiológica.

**Promover la creación de redes por sectores.** Estas redes deben estar orientadas al sector del gobierno, no gubernamental y privado para revitalizar el intercambio de información y de experiencias.

**Estimular la realización de foros nacionales y extraregionales.** El fortalecimiento de la integración cultural y tecnológica es necesaria e importante mediante los distintos foros o mecanismos de reuniones eventuales, las cuales pueden sistematizarse por áreas o actividades de interés específico o particular entre países.

**Editar y divulgar experiencias y resultados útiles y válidos.** El canal propicio para divulgar resultados útiles y válidos sería una revista o boletín, creadas para satisfacer esta necesidad, o el fortalecimiento de algunos de los ya existentes. Aquí es importante un consejo editorial calificado para la evaluación y revisión de los artículos a calificar para su divulgación.

### **Estrategia para la adopción de una regulación internacional**

Hasta ahora en América Latina, no se conoce un sistema de regulación para el movimiento o traslado de material reproductivo, o por lo menos, no han sido publicados regularmente. Algunos

países tienen su propio sistema de regulación y eventualmente algunos se parecen entre sí. Sin embargo, no existe una regulación estándar, armónica, funcional y adoptada por todos los países.

La regulación propuesta aquí a continuación, es un intento por contribuir a la aproximación de la adopción de un sistema, el que puede ser mejorado con otras contribuciones.

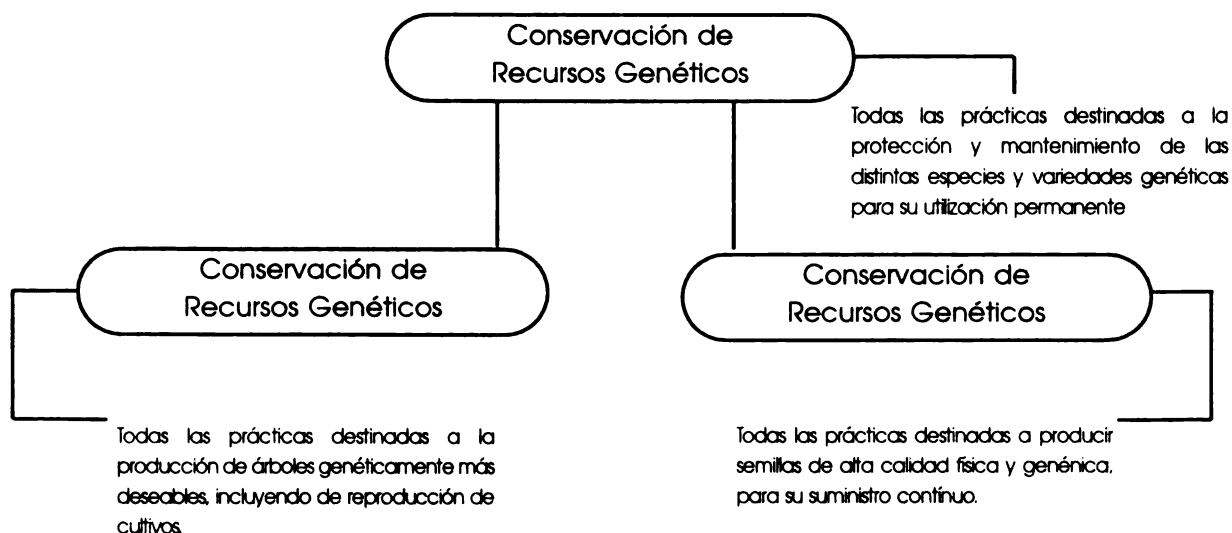
### Concepto integral para la producción de semillas

Bajo este esquema se pretende armonizar los conceptos estratégicos que debería adoptar un programa semillero forestal. Es esencial que un programa de semillas forestales no se concentre solamente en el aprovisionamiento de suficientes semillas viables. También debe dar atención a la constitución genética de estas semillas y a la conservación de los recursos genéticos forestales.

El término "**Mejoramiento Forestal**" o más aún "**Genética**" dan la impresión a menudo que se trata de actividades altamente especializadas y sofisticadas. Sin embargo, en la práctica, "**Mejoramiento Forestal**" significa, generalmente, aportar ciertos grados de ajuste en el manejo forestal y a las prácticas de plantación, teniendo en cuenta algunos principios básicos de la genética. Un programa de mejoramiento forestal no necesita por lo tanto, ser de costo elevado o requerir un equipo muy sofisticado, basta con utilizar y manipular adecuadamente, lo que se encuentra disponible en la naturaleza.

Estrategia de conservación y mejoramiento de recursos genéticos.

#### Estrategia de Conservación y Mejoramiento de Recursos Genéticos



**Esquema.** La Organización Económica para la Cooperación y Desarrollo (OECD) con sede en París - Francia, contempla el control del movimiento del material reproductivo forestal a nivel mundial, y dispone de un esquema para la certificación bajo la modalidad de categorías, que América Latina debería introducir en sus agendas para incorporar este modelo de certificación y control. Básicamente el esquema contempla las siguientes categorías para su certificación.

---

*Material reproductivo de fuente conocida:* a) La procedencia o región de procedencia, b) Material reproductivo selecto.

*Material reproductivo mejorado:* c) Material reproductivo de huertos de semillas no ensayados; d) Material reproductivo de huertos de semillas comprobados.

**Esquema para la certificación física de las semillas.** Además de las certificaciones nacionales que cada país adopta como la base primaria de la certificación, existe la certificación internacional, como la opción superior reconocida de la certificación de calidad física. La Asociación Internacional de Análisis de Semillas (ISTA), con sede en Zurich, Suiza es la organización responsable y dedicada a la certificación de semillas a través de su red de laboratorios oficialmente inscritos mediante los "Referee-test", procedimiento utilizado por la Organización, previa a la inscripción de cualquier laboratorio candidato a ser miembro.

La certificación se basa en el análisis estándar de la composición física de las semillas; mediante muestras representativas a las cuales se verifica la pureza, impurezas, semillas de otras especies, contenido de humedad física, número de semillas puras e impuras por kilogramo, peso de 1000 semillas, la germinación y el número de semillas viables por kilogramo.

La emisión del certificado sólo la puede hacer un laboratorio oficialmente reconocido y acreditado en la ISTA, y los formularios son controlados por un número de serie, colores, distribución de las copias respectivas y el pago a la ISTA de una cuota especial por certificado emitido.

**Certificación fitosanitaria.** Con las imperfecciones que pueda tener actualmente esta certificación, es la única que funciona bajo un esquema Nacional e Internacional, en cada uno de los países latinoamericanos, a través del OIRSA y bajo la responsabilidad de las Secretarías de Agricultura o Recursos Naturales en cada país.

Bajo este esquema fitosanitario conviene incorporar la certificación fitosanitaria en tránsito, para aquel material reproductivo vegetal que se mueve de un país a otro bajo la categoría de **en tránsito**; puesto que ya existe la certificación fitosanitaria para exportación o envío y también la certificación fitosanitaria de importación.

## **Conclusiones**

Tal como ha quedado planteado, es importante que el subsector semillas forestales privado, estatal o no gubernamental, trabajen armónicamente en la región latinoamericana, en procura de establecer una regulación internacional, dinámica y funcional para el uso de las semillas forestales, o cualquier otro material reproductivo vegetal que facilite la información y comprensión estándar para los tecnólogos en semillas, silviculturales y usuarios. Esta tarea debe ser un reto para iniciar el nuevo milenio.

---

## **Literatura citada**

**WOLF, H. Ed. 1993. Seed Procurement and Legal Regulations for Forest Reproductive Material in Tropical and Subtropical Countries: Proceedings of an International Symposium.**

**NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES. 1991. Managing Global Genetic Resources. Forest Genetic Resources Conservation.**

**OCHOA, M, O. 1993. El Manejo de las Semillas Forestales en Apoyo al Desarrollo Social. Proy. Hond./92/014. Cohdefor.**

**OCHOA, M. O. Memoria de la II Convención Centroamericana de Semillas Forestales.**

**ISTA. 1992. International Seed Testing Rules. Zurich, Suiza.**

---

# *Directorio de Participantes*

## SIMPOSIO

" AVANCES EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS FORESTALES EN AMÉRICA LATINA "  
MANAGUA, NICARAGUA DEL 16-20 DE OCTUBRE, 1995

### DIRECCIONES DE PARTICIPANTES

Nombre	País	Institución	Dirección
Ampié Eduardo	Nicaragua	Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales	León, Nicaragua, FAX (505)0311-3713 Telf. (505) 0311-6579
Arguedas Marcela	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Apdo. Postal 159-7050, Cartago, Costa Rica FAX 551-5348 y 591-3315;Telf. 551-5333, Ext. 2441
Arias Dagoberto	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Apdo. Postal 159-7050, Cartago, Costa Rica FAX 551-5348 y 240-6783;Telf. 551-5333, Ext. 2279
Arias Dagoberto	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Organización para Estudios Tropicales Apdo. 159-7050, Cartago, Costa Rica, FAX (506)551-5348 Telf. 591-3315
Arnáez Elizabeth	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Apdo. Postal 159-7050, Cartago, Costa Rica; FAX 551-5348 y 591-3315;Telf. 551-5333, Ext. 2441
Becker Otto	Guatemala	ECOFORREST S.A.	Guatemala, FAX (502) 2326325, Telf. (502) 232-6225

<b>Nombre</b>	<b>País</b>	<b>Institución</b>	<b>Dirección</b>
Burgos Arcesio	Colombia	Semillas Colombianas Ltda. (SEMICOL)	Ci. 34 N° 19-36 A.A. 33974, Santa Fe de Bogotá, Colombia; FAX: 285-1950; Telf. 285-1175 y 285-1946
Bustos Manuel de J.	Nicaragua	Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG & BSF)	Km 79 Carretera León-Managua, Nicaragua, FAX (505)0311-3713; Telf. (505) 0311-6579
Cabezas Emperatriz	El Salvador	Ministerio de Agricultura y Ganadería Dirección Gral. de Recurso Naturales	El Matasano, Soyapango, San Salvador, El Salvador Apdo. 2265, Telf. 277-0622
Calvo Julio	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Organización para Estudios Tropicales Apdo. 159-7050, Cartago, Costa Rica, FAX (506)551-5348 Telf. 591-3315
Cornelius Jonathan	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica, FAX 556-1533 - Telf. 556-6431
Chaverri Adelaida	Costa Rica	Universidad Nacional Escuela de Ciencias Ambientales (UNA)	Apdo. 86-3000, UNA, Heredia, Costa Rica FAX: 261-0303; Telf. 277-3291
Fisher Richard F	U.S.A.	Texas A & M University	Room 305 Horticulture/Forest Science Building Texas A & M University College Station, Texas 77843-2135 FAX (409)845-6049; Telf. (409) 845-5033
Flores Eugenia	Costa Rica	Museo Nacional de Costa Rica	Apdo. 1045-2050, San Pedro, San José, Costa Rica FAX 224-7784; Telf. 253-4502 y 283-4814
Rojas Freddy	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Apdo. Postal 159-7050, Cartago, Costa Rica FAX 551-5348 y 591-3315; Telf. 551-5333, Ext. 2356

<b>Nombre</b>	<b>País</b>	<b>Institución</b>	<b>Dirección</b>
Gandara Flavio	Brasil	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Depto. Ciencias Forestales	CP 9, 13400 Piracicaba SP, Brasil, Telf. 0194 33 7425, BRASIL
González Eugenio	U.S.A.	Texas A & M University	Room, 305 Horticulture/Forest Science Building Texas A & M University College Station, Texas 77843-2135 FAX (409)845-6049; Telf. (409) 845-5033
Guevara Ana L	Costa Rica	Oficina Nacional de Semillas (ONS)	Entre Calle 21 y 25, Ave. 8 Apdo. 10309-1000 San José, Costa Rica; FAX 223-5431; Telf. 223-5922
Isaza Northa	Colombia	Smurfit Cartón de Colombia	Carrera 3 # 4-71 Popayán, Colombia; FAX (928) 240835 Telf. (928) 24-3043-24-0671
Jara Luis Fernando	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	PROSEFOR, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; FAX:556-776, Telf.o 556-1933
Jiménez Marta L	Costa Rica	Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM)	Apdo. 10309-1000 Dirección General Forestal; San José, Costa Rica, FAX 240-5658 Telf. 282-7645
Kageyama Paulo	Brasil	Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, USP, Depto. Ciencias Forestales	CP 9, 13400 Piracicaba SP, Brasil, Telf. 0194 33 7425
Marciacq Rodrigo	Panamá	NATUREX, S.A.	Apdo. 4077, Boquete, Chiriquí, Panamá; FAX 29-0979 Telf. 70-1309
Mesén Francisco	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	PROSEFOR, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; FAX: 556-7766; Telf. 556-1933
Moreira Ileana	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Apdo. Postal 159-7050, Cartago, Costa Rica FAX 551-5348 y 591-3315;Telf. 551-5333, Ext. 2441



Nombre	País	Institución	Dirección
Müller Eva	Costa Rica	GTZ-COSEFORMA	Apdo. 8-4190-1000 San José, Costa Rica; FAX 475-5101 y 460-2257; Telf. 475-5101
Navarro Carlos	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	Proyecto Mejoramiento Genético Forestal, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica, FAX 556-1533 - Telf. 556-6431
Niembro Aníbal	México	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	Campo Experimental China, Apdo. 87; Campeche, México, FAX (982) 9-09-37
Ochoa Oscar	Honduras	Semillas Tropicales, S. de R.L. (SETROPA)	3 Av. 5 Calle S.O. P.O. Box 116, FAX: (504) 732767, Siguatepeque, Honduras
Olano Julio	El Salvador	Dirección de Recursos Naturales Renovables/MAG	Cantón Matasano, Soyapango, San Salvador; El Salvador FAX (503) 77-0480; Telf. (503)277-0622
Padilla Marita L.	Nicaragua	Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales	Km. 12 1/2 Carretera Norte, Managua, Nicaragua
Ponce Ernesto	Honduras	Proyecto de Conservación y Silvicultura de Especies Forestales de Honduras (CONSEFORH)	Honduras FAX: (00504) 732770 Telf. (00504) 732770
Potisek María del Carmen	México	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	Cir-Sureste, Campo Experimental China, Apdo. 600, CP. 24000, Campeche, México, FAX (981)1.34.32 Telf. (981)1.34.32
Puc Leidy N.	México	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	Cir-Sureste, Campo Experimental China, Apdo. 600, CP. 24000, Campeche, México, FAX (981)1.34.32 Telf. (981)1.34.32
Puente González Carlos	México	Instituto Nal. de Investigaciones Forestales y Agropecuarias	Km.15 Carretera China-Pocayaxum, China Campeche, México. FAX (981)1.34.32; Telf. (981) 1.3432

Nombre	País	Institución	Dirección
Ramírez Carlos	México	Colegio de Postgraduados	Carretera México-Texcoco; Km. 35.5 C.P. 56230 Montecillo, México; FAX 4-57-23; Telf. 91-595-4-57-01
Ramírez Luis E.	Costa Rica	Ministerio de Recursos Naturales, Energía y Minas (MIRENEM)	Apdo. 10309-1000 Dirección General Forestal; San José, Costa Rica, FAX 240-5658 Telf. 282-7645
Ravensbeck Lars	Nicaragua	DANIDA/CMG & BSF	Apdo. 630; Km. 79 Carretera Managua, León, Nicaragua; FAX 311-3713; Telf. 311-6579
Richter Daniel	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Organización para Estudios Tropicales Apdo. 159-7050, Cartago, Costa Rica, FAX (506)551-5348 Telf. 591-3315
Rodríguez Flor	Nicaragua	Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG & BSF)	Km 79 Carretera León-Managua, Nicaragua, FAX (505)0311-3713; Telf. (505) 0311-6579
Rodríguez Lucía	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	ITCR Sede Regional Santa Clara, San Carlos, Alajuela, Costa Rica, FAX 475-5101; Telf. 475-5101
Rodríguez Yoni	Rep. Dominicana	Banco de Semillas Forestales	Dirección General Forestal, Centro de los Heroes Santo Domingo, Telf. (809) 533-5183 FAX: (809) 533-9039
Roncancio Daniel	Colombia	Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF)	Cra. 50 N° 27-70, Bloque C, Módulo 1, Oficina 503 Edificio Camilo Torres, Santafé de Bogotá, Colombia FAX (571) 2213473; Telf. (571)2219919/221-3473
Salazar Rodolfo	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	PROSEFOR, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; FAX: 556-7766; Telf. 556-1933

<b>Nombre</b>	<b>País</b>	<b>Institución</b>	<b>Dirección</b>
Samaniego Juan	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	PROSEFOR, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; FAX: 556-7766; Telf. 556-1933
Sánchez Alberfo	Rep. Dominicana	Banco de Semillas Forestales	Dirección General Forestal, Centro de los Heroes Santo Domingo, Telf. (809) 533-5183 FAX: (809) 533-9039
Sánchez José J.	Costa Rica	Universidad de Costa Rica. Sistemas de Estudios de Postgrado (UCR)	San Pedro de Montes de Oca, San José, Costa Rica, Apartado Postal 5060-San Pedro, FAX 234-7248 Telf. 207-4757, 207-5086
Sandí Carlos	Costa Rica	Escuela de Agricultura de la Región del Trópico Húmedo (EARTH)	Apdo. 4462-1000, San José, Costa Rica FAX 255-2726 y 253-45-97; Telf. 255-5200
Sarmiento Manuel	México	Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias (INIFAP)	Cir-Sureste, Campo Experimental China, Apdo. 600, CP. 24000, Campeche, México, FAX (981)1.34.32 Telf. (981)1.34.32
Sierra Elvia	México	Colegio de Postgraduados	Carretera México-Tezcoco: Km. 35.5 C.P. 56230 Montecillo, México; FAX 4-57-23; Telf. 91-595-4-57-01
Sierra Rafael	Colombia	Semillas Colombianas Ltda. (SEMICOL)	Ci. 34 N° 19-36 A.A. 33974, Santafé de Bogotá, Colombia; FAX: 285-1950; Telf. 285-1175 y 285-1946
Soilet Carolina	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	Apartado 7170, CATIE, Turrialba, Costa Rica
Torres Gustavo	Costa Rica	Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR)	Apdo. Postal 159-7050, Cartago, Costa Rica FAX 551-5348 y 591-3315; Telf. 551-5333, Ext. 2279

<b>Nombre</b>	<b>País</b>	<b>Institución</b>	<b>Dirección</b>
Trujillo Enrique	Costa Rica	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE)	PROSEFOR, CATIE 7170, Turrialba, Costa Rica; FAX: 556-776; Telf. 556-1933
Valencia Salvador	México	Departamento Forestal UAAAN	Carretera México-Tezcoco; Km. 35.5 C.P. 56230 Montecillo, México; FAX 4-57-23; Telf. 91-595-4-57-01
Vargas J. Jesús	México	Colegio de Postgraduados	Carretera México-Tezcoco; Km. 35.5 C.P. 56230 Montecillo, México; FAX 4-57-23; Telf. 91-595-4-57-01
Zamora Nancy	Costa Rica	Universidad Nacional Escuela de Ciencias Ambientales (UNA)	Apdo. 86-3000, UNA, Heredia, Costa Rica FAX: 261-0303; Telf. 277-3291
Zúñiga Edwin	Costa Rica	Universidad Nacional Escuela de Ciencias Ambientales (UNA)	Apdo. 86-3000, UNA, Heredia, Costa Rica FAX: 261-0303; Telf. 277-3291