

CATIE

II Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina

Memorias

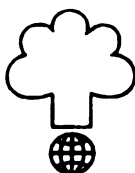
Santo Domingo, República Dominicana
18-22 de octubre, 1999

Coordinador:
Rodolfo Salazar

Turrialba, Costa Rica
Mayo, 2000



PROSEFOR



DFSC



IUFRO



CONTENIDO

	Página
Antecedentes	
Rodolfo Salazar.....	vii
Tema 1: FENOLOGIA DE ESPECIES FORESTALES	
Fenología de <i>Virola surinamensis</i> (Rol.) Warb. en la amazonía, Brasil.....	3
Fátima Márquez Piña-Rodríguez; Cleo G. Mota.	
Observaciones fenológicas y ensayo de reproducción por semilla del cínaro (<i>Psidium caudatum</i> Mac Vaugh) en tres procedencias del estado de Mérida, Venezuela.	9
Judith Petit; José Blanco	
Maduración de conos y estimación de semillas llenas de <i>Pinus catarinae</i> .M.F. Robert - Passini.....	17
Celestino Flores; José Lemus	
Fenología de especies forestales prioritarias en Honduras.....	25
Angel Bárcenas	
Investigación en fenología y manejo de frutos y semillas de especies forestales nativas del trópico húmedo en la zona Atlántica de Costa Rica.....	29
Carlos Sandí	
Fenología de <i>Magnolia cubensis</i> Urb. spp <i>acunae</i> Imch en bosque pluvial montano, Cuba.....	33
Oridia Hechavarría; Juan Miguel Montalvo; Arelis García	
Tema 2. PRODUCCION DE SEMILLAS Y MEJORAMIENTO GENETICO	
Selección de árboles plus de frijolito (<i>Schizolobium parahybum</i>) para mejorar genéticamente la especie en Santander - Colombia.	39
Edgar Maldonado B.; Milagro L. Escobar M.	
Producción de semillas de <i>Pinus maximartinezii</i> Rzedowski.....	47
Baldemar Arteaga M.	
Establecimiento de rodales y áreas semilleras en el Estado de Chihuahua, México.	53
Celestino Flores López	
Evaluación de plantaciones de teca y melina en la región Huetar Norte de Costa Rica para ser utilizadas como rodales semilleros.	61
Miguel Chacón	

Producción de semillas de árboles agroforestales en la amazonía peruana a partir de la domesticación participativa	65
Carmen Sotelo; Hector Vidaurre; John Weber; Anthony Simons; Ian Dawson	
Evaluación de un ensayo de procedencias - progenies de <i>Vochysia guatemalensis</i> a los ocho años de edad, con fines de conversión en huerto semillero.	73
Francisco Mesén; Jonathan Cornelius	
Plan interinstitucional para la conservación y uso de los recursos genéticos forestales en Costa Rica.....	79
Marta L. Jiménez	
Programa de mejoramiento y conservación genética de especies forestales de altura de Costa Rica.	91
Yorleny Badilla; Oلمان Murillo; Nancy Hidaigo; Silvia Sánchez; German Obando	
Variación genética de <i>Swietenia macrophylla</i> en Centroamérica, implicaciones para la conservación, utilización sostenible y manejo.	97
Carlos Navarro; Marvin Hernández	
Avances en la mejora genética de <i>Pinus caribaea</i> Mor. Var. <i>caribaea</i> Barret y Golfari, en la República de Cuba.	101
Mariano Pérez; Aníbal González; Pablo Echevarría	
Relación entre el grado de heterocigosidad y características de las semillas en <i>Alnus acuminata</i>	105
Oلمان Murillo	
Programa de mejoramiento genético: Caso <i>Pinus occidentalis</i> Swartz.	109
Mariano H. Pérez; Alfredo Jiménez; Juan Gilberto Torres	

Tema 3.

RECOLECCION Y MANEJO DE SEMILLAS FORESTALES

Comportamiento de la recolección y distribución de semillas forestales entre 1991 y 1998 en República Dominicana.....	117
Carmen Cuevas; Alberto Sánchez	
Eficacia y rendimientos de recolección de semillas de <i>Pinus caribaea</i> , var. <i>hondurensis</i> en República Dominicana.....	123
Maximino Herrera; Jacqueline García; Yoni Rodríguez; Alberto Sánchez	
Recolección y germinación de semillas de 50 especies arbóreas nativas de Panamá.....	129
Adriana Sautu; José Deago; Richard Condit	
Efecto del aislamiento en la calidad de la semilla de jaúl (<i>Alnus acuminata</i>).	141
Yorleny Padilla; Oلمان Murillo	
Caracterización de frutos y semillas de <i>Cedrela odorata</i> , <i>Tabebuia rosea</i> , <i>Alnus acuminata</i> y <i>Cupressus lusitanica</i>	145
Mario Alvarez	

Efecto de la ubicación del fruto sobre las características de la semilla de <i>Cupressus lusitanica</i>	151
Paulo Olivas; Olman Murillo	

Tema 4. GERMINACION Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

165 ✓ Protocolo de germinación para <i>Tectona grandis</i> L. en laboratorio.....	159
William Vásquez	
Determinación de la viabilidad de las semillas de <i>Juglans nigra</i> a través de imágenes obtenidas usando tomografía computarizada y resonancia magnética.....	163
Jack Vozzo; Ramesh Patel; Allen Terrel	
Un sistema práctico y efectivo para escarificar las semillas de <i>Tectona grandis</i> L. en Panamá.....	169
Carlos Ramírez	
166 ✓ Valoración y almacenamiento de semillas de Almendro (<i>Dipteryx panamensis</i>).....	171
Alfonso González	
167 ✓ Efecto de la madurez de los frutos de <i>Hyeronyma alchorneoides</i> en la germinación de las semillas.....	175
Rodolfo Salazar; Alfonso González	
Almacenamiento por período corto de semillas imprimadas de <i>Pinus patula</i>	179
Edgar Piedrahita	
Estudios para la germinación de semillas de <i>Magnolia cubensis</i> (mantequero) en la localidad de Topes de Collantes, Cuba.....	187
Ana Trocones; J.R. Toledo; J.S. Aladro; O. Pujols	
Tratamientos pregerminativos aplicados a las semillas de cedro negro (<i>Juglans neotropica</i>) para reducir su período de germinación.....	191
Jaime López; Edgar Piedrahita	
Producción y tratamiento de semillas de 20 especies maderables del bosque húmedo tropical en Honduras.....	201
José Armando Ramírez; Carlos Sandoval	
Germinación y comportamiento en vivero de tres especies nativas y endémicas de la Española.....	207
Inés Familia; Pedro de Jesús García	
Variación en parámetros de germinación después de dos años de almacenamiento de <i>Alnus acuminata</i>	211
Olman Murillo; Sandra Quirós; Yorlany Badilla	
Empleo de bajas temperaturas en la conservación de semillas de <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert) O. Kuntze.....	215
Verónica Piriz C.; H.Fassola; A.Chaves; A. Mugridge	

Almacenamiento de semillas forestales en Panamá	219
Eduardo Aguilar	
Microorganismos asociados a semillas de especies forestales en Costa Rica..	225
Marcela Arguedas; Mildred Jiménez; Cornelia Miller	

Tema 5. POLITICA Y MERCADEO DE SEMILLAS FORESTALES

Oferta y demanda de semillas forestales en Bolivia..	231
Manuel Morales	
Perspectivas de la demanda de semillas forestales para el período 1999-2005 en la República Dominicana..	237
Yoni Rodríguez	
Comercialización de semillas en el Banco de Semillas Forestales del Centro Agrícola Cantonal de Hojancha (CACH)..	243
Gabriela Barrantes	
Los pinos mexicanos y su utilización como especies introducidas de alto potencial en varios países del mundo..	249
Basilio Bermejo; José Pontones	
Demanda y oferta de semillas forestales en América Central y República Dominicana..	255
William Vásquez	
Análisis del sector productor y consumidor de semilla forestal en el Uruguay..	263
Zohra Bennadji	
Plan estratégico de desarrollo del Banco de Semillas Forestales de la DGRNR, El Salvador..	269
Juan Salinas	
Resultados del Programa nacional de semillas forestales - Red de Bancos de Semillas de Río de Janeiro, Brasil.	275
Fátima Márquez Piña-Rodríguez; Ivan D. Mesquita	
Protección de obtenciones vegetales en Centroamérica.	281
Ana Lorena Guevara	
Red Regional de Semillas Forestales para América Central y el Caribe (REMSEFOR)..	289
William Vásquez	
Situación actual del sector forestal en la República Dominicana.	293
Bernabé Mañón R., Ramón Díaz; Gilberto Gómez	
II Simposio "Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina".	
- Resultados y conclusiones	301
Francisco Mesén	
- Participantes	

Antecedentes

Los países latinoamericanos en los últimos años han venido incrementando el interés por proteger sus áreas boscosas y fomentar el establecimiento de plantaciones con especies nativas e introducidas. Por la gran diversidad ecológica que caracteriza a esta región, el número de especies forestales útiles es muy amplio, lo cual requiere el respaldo adecuado a la producción y manejo de las semillas requerido para abastecer la demanda creciente.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en octubre de 1995, realizó en Managua, Nicaragua el I Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina, como parte del apoyo al sector forestal de la Región. El resultado de este encuentro fue muy positivo y permitió conocer algunos avances y limitaciones en los procesos de producción, recolección y manejo de las semillas de algunas de las especies forestales de interés para los países de la Región.

Este II Simposio sobre "Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina", realizado del 18 al 22 de octubre de 1999 en Santo Domingo, República Dominicana, con el respaldo económico de la Unión Internacional de las Organizaciones de Investigación Forestal (IUFRO) y de la Agencia Internacional para el Desarrollo Danesa (Danida) y el apoyo de la Dirección General Forestal de República Dominicana (DGF) y el CATIE, registró una asistencia de más de 80 profesionales de 17 países. En este ambiente de trabajo se reconocieron y analizaron algunos resultados de investigaciones realizadas en América Latina sobre semillas forestales.

El análisis y discusión de las 55 ponencias presentadas sobre fenología, producción y mejoramiento genético, recolección y manejo, germinación y almacenamiento y sobre políticas y mercadeo de semillas forestales, ha permitido reconocer que los avances obtenidos son muy significativos y han contribuido a mejorar los procesos de producción y el manejo de semillas de especies forestales prioritarias para la región.

La participación de éstos investigadores en el campo de la producción y el manejo de semillas forestales de la región, facilitó la exposición y el análisis de los avances más significativos que se están dando en este campo y puntualizar algunas de las necesidades de continuar investigando, para solventar limitaciones existentes en el manejo de las semillas de otras especies nativas utilizadas en proyectos de reforestación.

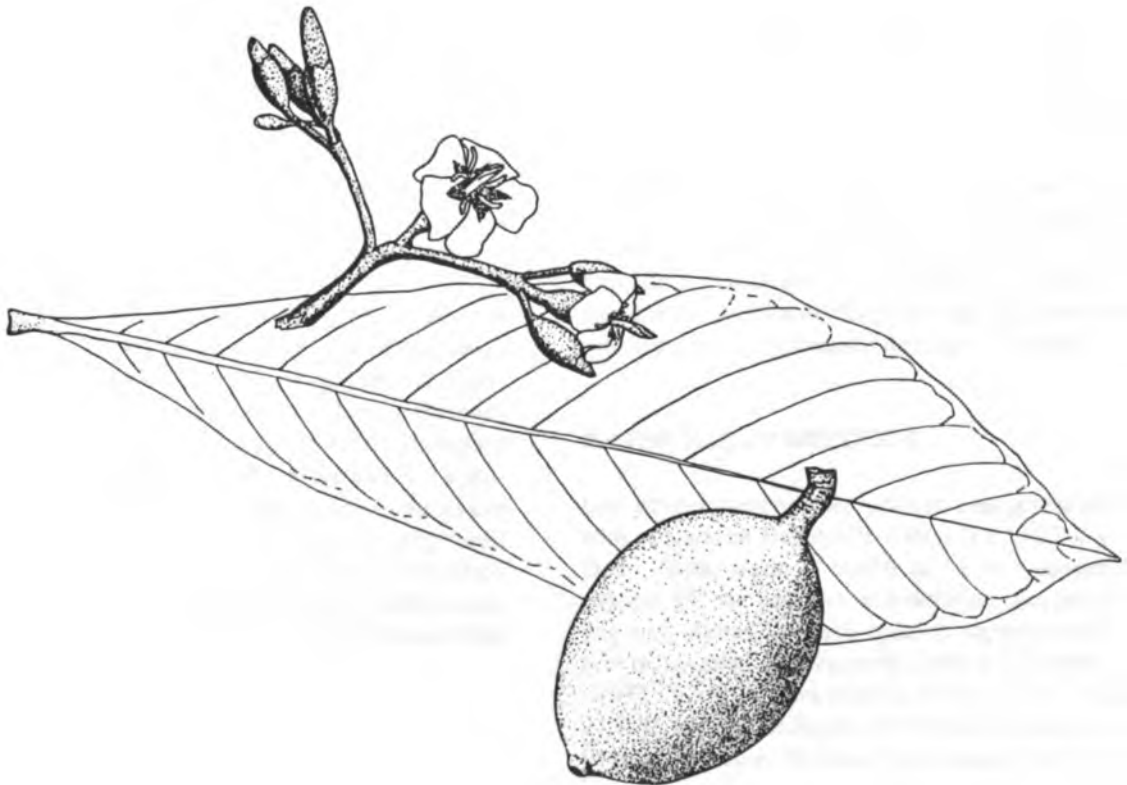
Con la publicación y distribución de estas memorias se busca que los resultados de este Simposio den continuidad a los esfuerzos que los distintos países e instituciones hacen para fomentar la reforestación en América Latina, así como para fortalecer el trabajo en conjunto que requiere la búsqueda de soluciones a los problemas globales que afectan en particular a los países de la región.

Este proceso de investigación debe seguir recibiendo el respaldo necesario para asegurar el adecuado manejo técnico de un número cada vez mayor de semillas de especies de interés para los países. Para dar continuidad a las ideas y experiencias expuestas, se ha propuesto que el III simposio de esta serie sea realizado en un plazo de dos años en Venezuela.

Rodolfo Salazar
Coordinador Simposio

Tema I

Fenología de especies forestales



Fenología de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. (Myristicaceae) en la Amazonía-Brasil¹.

Fátima C. Márquez Piña-Rodrigues²
Cleo G. Mota³

INTRODUCCION

Ucuúba o virola (*Virola surinamensis* (Rol.) Warb.) es una especie con presión de explotación por las industrias. Sus poblaciones naturales se están agotando en el estuario de la Amazonia brasileña, siendo una especie prioritaria para el logro de programas de conservación y mejoramiento forestal.

La fenología estudia la relación existente entre los fenómenos biológicos, como floración y fructificación y la frecuencia en que éstos ocurren. La definición actual involucra la interpretación de estos eventos y su interacción con otros organismos vivos (Frankie *et al.* 1974; Jackson 1978; Lieberman 1982 y Morelato 1987).

Los estudios de la fenología son aplicables a los aspectos prácticos para definir los períodos de cosecha de semillas (Carvalho *et al.* 1980; Jesus & Piña-Rodrigues 1985) hasta en la ecología de comunidades y poblaciones (Durigan 1991; Costa *et al.* 1992; Ramírez 1993). Sin embargo, la mayoría de los trabajos se ha orientado al análisis de las relaciones entre el clima y la ocurrencia de los eventos reproductores (Lieberman 1982; Alencar 1988, 1990).

Los cambios de los procesos reproductivos en relación al clima, permiten determinar los factores que actúan en su inducción y facilitan su manejo (Kageyama & Piña-Rodrigues 1993). En la estación seca, las condiciones facilitan la dispersión de semillas por el viento (Hartshorn 1980; Jackson 1981; Durigan 1991; Morelato & Leitão-Filho 1992). Para las especies con semillas dispersadas por animales, los períodos de fructificación son más irregulares. Las respuestas de estas especies al cambio climático parecen unirse más a la ocurrencia de condiciones favorables al establecimiento y germinación de las semillas (Janzen 1967; Foster 1982).

En áreas tropicales, la relación de los procesos reproductivos con los factores climáticos es diferente del clima templado. En regiones tropicales hay poco cambio en las condiciones climáticas entre las estaciones. Por eso, existe en los trópicos una gran diversidad de procesos reproductivos, asociados a las características ecológicas de las especies. Para la clasificación de los patrones, se han usado varios sistemas (Frankie *et al.* 1974; Bawa & Hadley 1990).

En la Amazonia, donde hay muchas especies dióicas, las investigaciones se han dedicado más a establecer las relaciones entre los patrones de floración y fructificación y las variables climáticas, en trabajos clásicos como Alencar *et al.* (1979), Magalhães *et al.* (1979) y Carvalho (1980). El tema ecológico es una herramienta reciente después de haberse incorporado en el análisis de patrones de estudio de los comportamientos de floración de las especies (Willson & Thompson 1982; Alencar 1990; Peres 1994).

Los objetivos de este trabajo fueron evaluar los cambios en los procesos reproductivos de la especie dioica *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. con respecto a los factores climáticos (precipitación, temperatura y brillo solar) y analizar los modelos de floración entre los árboles de sexos diferentes en una población de la misma edad.

MATERIALES Y METODOS

Los árboles fueron observados en una población con 14 años ubicada en Belém (Pará-Brasil) a 1° 27' S y 48° 28' O. El clima, según la clasificación de Köppen, es del subtipo A/2, sin estación seca definida, con precipitación del mes menos lluvioso igual o superior a 60 mm y promedio anual que varía de 2500 a 3000 mm (Brasil, 1993). La temperatura máxima es de 31,4 °C y la mínima 21,9 °C, con promedio de 2219 horas de insolación anual. El período seco es de junio a septiembre y las lluvias más intensas empiezan en noviembre.

Los estudios se realizaron con 28 árboles, donde las observaciones se hicieron a intervalos quincenales, la floración y fructificación durante el período de 40 meses (octubre de 1992 a enero de 1996). Para cada estadio de

¹ Apoyo Proyecto WWF-USA-9569.

² Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro- Brasil. Inst. Florestas- BR 465 Km 7 Seropédica- Rio de Janeiro-Brasil- Email: fpina@ufrj.br

³ Faculdade de Ciências Agrárias do Pará-Brasil. Estrada Perimetral s/no, FCAP-Departamento de Silvicultura- Belém- Pará- Brasil

intensidad y frecuencia basado en conceptos de Newstrom *et al.* (1994).

Se identificó 29% de árboles masculinos, 39% femeninos y 32% no presentaron floración. El gran número de árboles que no presentaron floración podría indicar la existencia de plantas que presentan intervalos entre los periodos de floración mayores que el tiempo de estudio (40 meses). Sin embargo, las diferencias podrían ser debidas a las variaciones en la edad y madurez de los árboles, pero en la población de *V. surinamensis* los árboles presentaron la misma edad y la ausencia de floración podría asociarse a diferencias individuales. La intensidad de floración más grande se dio de julio a agosto (12 a 15%). Entre diciembre y febrero se verificaron otros picos de menor intensidad, con 8 a 9% del total de los arboles en floración (Fig. 1).

En el área del estudio el periodo seco se extendió de mayo a noviembre y es este el mes más seco. Los picos de floración más grandes ocurrieron en la estación seca, (precipitación <160 mm). Después de los periodos del pico (julio-agosto), la cantidad de precipitación continuó siendo reducida, pero la proporción de floración también fue reducida ($x = 7,4\%$; $CV = 50,1\%$). El análisis de regresión para los datos de floración de la población en relación a la precipitación no fue significativo ($F = 1,97$ ns; $p > 0,05$) y podría indicar que la precipitación no es un factor aislado inductor de la floración en la población. En el área de bosque de la Amazonia, Carvalho (1980) verificó que 70% de las especies comerciales del Bosque Nacional de Tapajós (AM) presentaron floración en la estación seca.

Se determinó una correlación negativa de la temperatura con mayor floración ($r = -0,38$; $p < 0,01$), indicando que, para valores de temperatura más bajas se dio la intensidad de floración. En febrero 8,2% de la población presentó floración cuando la temperatura se presentó como una de las más bajas (24,5°C). Sin embargo, como el valor de F del análisis de regresión fue inferior a 1 ($F = 0,28$; $p < 0,01$) se puede considerar que el residuo experimental incluiría una causa de la variación importante que se controló, pero no puede aislarse en el análisis. Se podría estar dando una interacción entre los eventos.

Con respecto a la longitud del día, los periodos pico de floración coincidieron con uno de insolación mayor (número de horas de brillo solar), que se dió en la estación seca (Fig. 2). La reducción de la insolación inferior a 250 horas se reflejó en la misma conducta en la proporción de los árboles con floración, siendo la correlación positiva con floración ($r = 0,58$; $p < 0,01$).

En el estudio de 225 especies en la Reserva del Bosque de Linhares (Espírito Santo- Brasil) se verificó el aumento simultáneo del número de especies en floración y de la longitud del día (Piña-Rodrigues & Piratelli 1993). Para *Copaifera multijuga* en área de bosque de la Amazonia (Reserva Ducke-INPA-AM-Brasil), se observó la floración en correlación negativa con la insolación (Alencar 1988).

El análisis de los factores climáticos indica que es necesario un estudio más intenso de los cambios de estos factores. Solo la duración del número de horas del día fue aislado

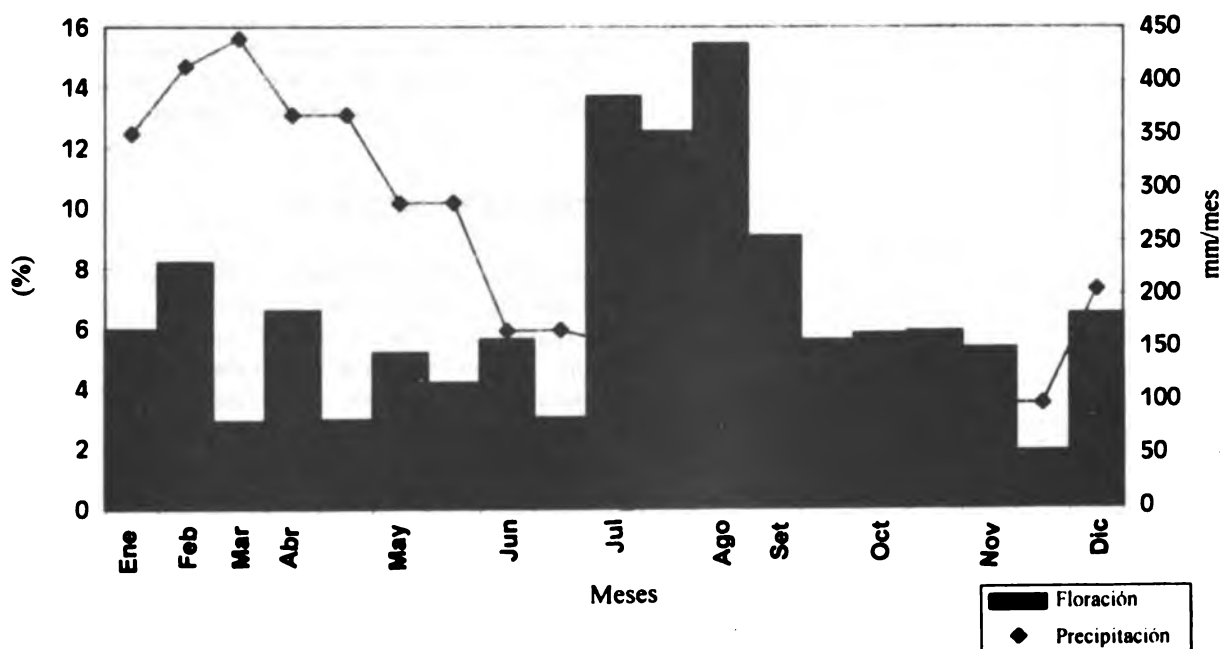


Figura 1. Promedio mensual (%) de los árboles de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. con floración en 40 meses (1992-1996) y datos de precipitación promedio mensual obtenido en el intervalo de 1965-1990 (Brasil 1993).

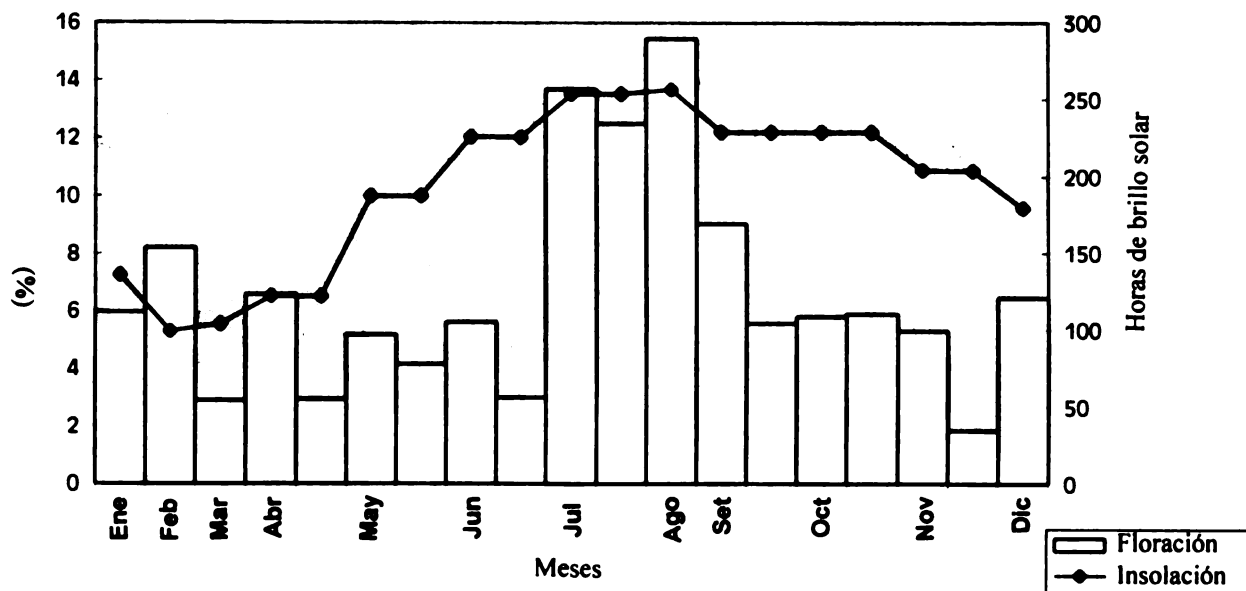


Figura 2. Promedio mensual (%) de los árboles de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. con floración en 40 meses (1992-1996) relacionadas con la insolación promedio mensual (número de horas de brillo solar) en el intervalo de 1965-1990 (Brasil, 1992).

Solo la duración del número de horas del día fue aislado como importante para la floración; pero es posible que la interacción entre los otros factores (precipitación y temperatura) también sean importantes.

Tanto la población de árboles masculinos como femeninos presentaron floración a lo largo del año. Los árboles masculinos presentaron mayor intensidad de floración que los femeninos; verificándose picos coincidentes de floración de intensidades diferentes (Fig. 3). Esta diferencia en la intensidad de floración de la población de árboles masculinos también se observó en otras especies dioicas estudiadas por Bullock *et al.* (1983) y Bawa (1983).

Los árboles masculinos presentaron la misma proporción (42,9%) de plantas con más de dos floraciones al año, a los intervalos de 4 a 6 meses y árboles con floración anual

prolongada (Cuadro 1).

La floración dos veces al año también se observó en *Virola michelli* por Alencar *et al.* (1979), aunque los autores no han identificado el sexo de árboles en floración. Lo mismo ha sido verificado por estudios en la Isla de Combú (Pará-Brasil). Estos presentaron floración dos veces al año en *V. surinamensis* (Freitas 1996) pero, como en el trabajo anterior, no se identificó si esta conducta estaba relacionada con el sexo de los árboles.

La conducta de los árboles masculinos indica variación de los modelos entre ellos y, en parte de ellos, la frecuencia anual se observó en la misma proporción, plantas que florecen más de dos veces en el mismo año, y otras con

Cuadro 1. Frecuencia (%) de floración observada para los árboles femenino y masculino de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb., durante el período de estudio de 40 meses (1992-1996) en la Amazonía.

Frecuencia de floración	Femeninas (n=11)	Masculinas (n=7)
ANUAL (ocurrencia de floración en todos los años de estudio)	81.8	42.9
BIANUAL (floración dos veces en el mismo año)	9.1	0
SUB-ANUAL (floración más de dos veces en el mismo año)	0	42.9
NINGUNA (ausencia de eventos de floración durante el período del estudio)	9.1	0
$\chi^2 = 6.32^{**}$		

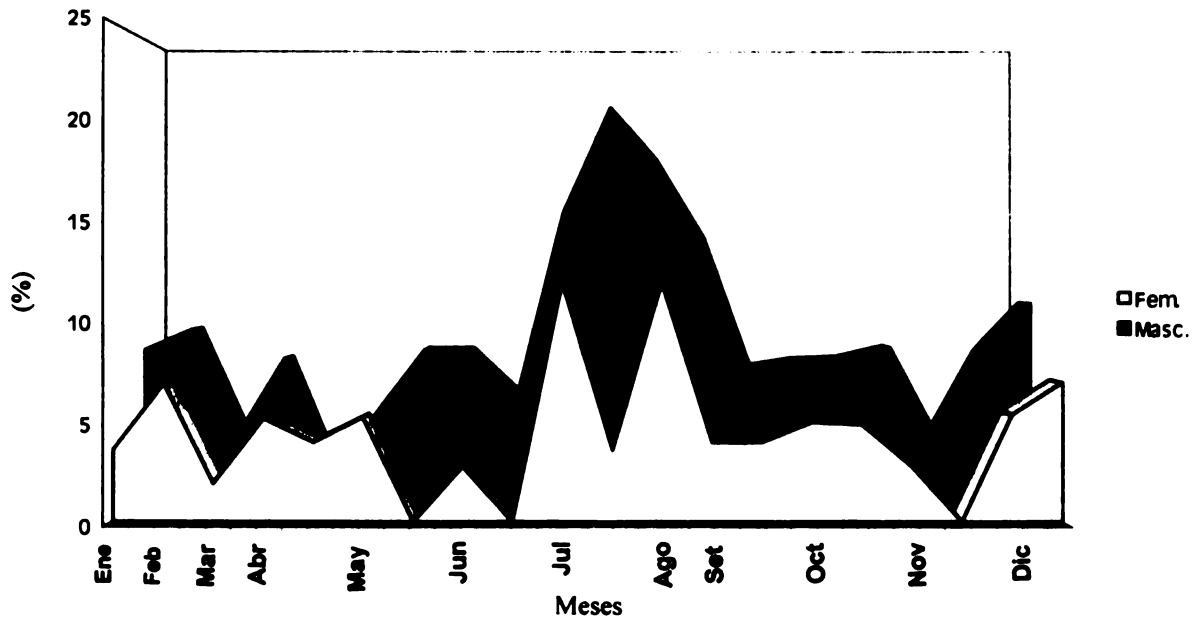


Figura 3. Promedio mensual (%) de árboles de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb con floración en los árboles masculinos y femeninos, en el intervalo de 40 meses (1992-1996). (Fem= femenino; Masc= masculino) en la Amazonia.

Del total de los árboles con flores femeninas, 81,9% presentaron flores anuales y 9,1% florecieron dos veces en el año, a los intervalos de 6 meses, en los periodos de febrero-mayo y julio-agosto. Esto podría indicar que el modelo de floración predominante entre los árboles con flores femeninas es anual.

Los árboles masculinos, que florecieron en febrero-marzo volvieron a florecer en julio y los árboles que florecieron en mayo y julio también florecieron entre octubre-noviembre. Del total de árboles, 30-40% florecieron de febrero a abril y 50% en julio. Se observó que el 22% que solamente floreció en octubre-noviembre. Mientras los masculinos presentaron modelo individual de floración de duración larga, con 71,4% de los árboles que florecen en el período mayor que 45 días (Cuadro 2). La mayoría de los árboles con flores femeninas (66,7%) florecieron

durante corto tiempo, con periodos menores a 30 días. La duración de la floración individual de los árboles con flores masculinas no fue constante, de 50 a 100 días, y de los árboles femeninos de 15 a 45 días.

La duración mayor del período de floración de los árboles masculinos puede estar relacionada con la competencia entre plantas estaminadas (Stephenson & Bertin 1983), siendo común entre los árboles dioicos (Opler & Bawa 1978; Bullock & Bawa 1981).

La floración continua observada a lo largo del año, para los árboles masculinos, podrían estar relacionada con el modelo de floración con duración prolongada y de plantas con la ocurrencia de varios periodos de floración/año (frecuencia sub-anual).

En la población, el pico mayor de floración de los árboles con flores femeninas se observó (12%) en el período de julio - agosto, coincidiendo con 22% de los árboles masculinos de la población (Fig. 3). Cuando se analizan solo los árboles femeninos, 38% florecieron en abril - mayo y 50% en julio.

El período de la estación seca, de julio a agosto, es importante para

Cuadro 2: Proporción (%) de modelos de duración de floración entre los árboles masculinos y femeninos de *Virola surinamensis* durante 40 meses (1992-1996) en población de la misma edad, en la Amazonia.

Duración del período de floración	Masculinas (n=9)	Femeninas (n=15)
CORTO (más pequeño o igual a 30 días)	0	66.7
PROMEDIO (más grande que 30 días e igual o más pequeño a 45 días)	28.6	33.3
LARGO (mayor a 45 días)	71.4	0
$X^2 = 15.41 (p < 0.01)$		

la polinización porque por este tiempo la mayoría de las plantas estaba presentando floración coincidente (Fig. 3).

El tamaño eficaz de las poblaciones naturales es afectado por el número de árboles que comparten en cierto tiempo del flujo génico. En el caso de la población estudiada, tanto la existencia de varios períodos de floración anuales, la duración mayor de la floración de los árboles masculinos como su floración más abundante colabora para incrementar el número de árboles que participan en el proceso reproductor. También es importante considerar que la mayoría de los árboles con flores femeninas tiene floración corta y anual, por consiguiente su eliminación podría causar el aislamiento reproductor de grupos de plantas.

En la población estudiada se observó que la floración continuada, de hecho, está compuesta por subpoblaciones que se cruzan en períodos definidos, pero que el número mayor de árboles participantes del proceso del cruce ocurre en julio, en la estación seca.

La presencia de frutos se verificó a lo largo del año entero, pero con picos de producción en noviembre, con 50% de los árboles femeninos que presentan fructificación, extendiéndose hasta enero, cuando 43% de los árboles femeninos todavía fructificaron. Las plantas que presentaron frutos verdes en julio habían florecido en el intervalo entre febrero y mayo (estación húmeda). En este período solo 5,5% de los individuos de la población presentaron floración (Fig. 2 y 3). La dispersión de estos frutos ocurre entre agosto-octubre, durante la estación seca.

La observación de dispersión de semillas en la estación seca podría indicar la existencia en la población de plantas adaptadas a esta condición. Esto representaría una subpoblación bastante interesante para la selección de árboles para plantación comercial y mejora del bosque.

Los picos de dispersión observados de diciembre a enero son el resultado de los árboles que florecieron en julio-agosto, cuando hay una proporción mayor de árboles femeninos y masculinos en floración, cerca de 14,5% de la población. Del total de árboles que dispersaron semillas en el período de las lluvias, de diciembre a enero, 77% florecieron en julio-agosto (período pico de floración) y permanecieron en octubre.

La proporción de dispersión más alta empieza al principio de la estación lluviosa, con 71% de los períodos verificados. Esto coincide con período de llenado de los ríos en su habitat natural, que podría favorecer la dispersión de las semillas en el agua (Piña-Rodriguez 1999).

CONCLUSIONES

- ♦ La insolación fue el factor aislado que presentó una relación mayor y significativa con la floración de los árboles de *Virola surinamensis* (Rol.) warb, en la región estudiada;
- ♦ La estación seca presentó la floración mas intensa durante el periodo de los ensayos;
- ♦ El modelo de floración fue diferente entre los árboles masculinos y femeninos, habiendo prevalecido árboles masculinos con el período de floración anual y sub-anual, de duración larga y floración anual de los árboles femeninos, pero de duración corta.
- ♦ Algunos grupos de árboles presentaron floración simultánea limitada al período corto, lo que podría provocar restricciones en el flujo génico en la población estudiada.

REFERENCIAS

- Alencar, J.C. 1988. Estudos silviculturais de uma população natural de *Copaifera multijuga* Hayne - Leguminosae, na Amazonia Central. IV. Interpretação de dados fenológicos em relação a elementos climáticos. Acta Amazônica 18(3/4): 199-209.
- Alencar, J.C. 1990. Interpretação fenológica de espécies lenhosas de campina na reserva biológica de campina do Inpa ao norte de Manaus. Acta Amazônica 20:145-183.
- Alencar, J.C.; Almeida, R.A.; Fernandes, N.P. 1979. Fenologia de espécies arbóreas em floresta tropical úmida de terra-firme na Amazonia Central Acta Amazônica 9(1): 163-198.
- Bawa, K.S. & Hadley, M. (eds.). 1990. Reproductive ecology of tropical forest plants. Man and the biosphere 7. Paris. UNESCO e The Patheron Publishing Group.
- Bullock, S.H. & Bawa, K.S. 1981. Sexual dimorphism and annual flowering pattern in *Jacaratia dolichaula* (D. Smith) Woodson (Caricaceae) in a Costa Rican rain forest. Ecology. 62:1494-1504.
- Bullock, S.H., Beach, J.H. & Bawa, K.S. 1983. Episodic flowering and sexual dimorphism in *Guarea rhopalocarpa* in a Costa Rican rain forest. Ecology 64:851-61.
- Brasil, Ministério da Integração Social. 1993. Estudos climatológicos do Estado do Pará, classificação climática (KÖPPEN) e deficiência hídrica (THORNTHWAITHE, MATHER). Belém, 53 p.
- Carvalho, N.M. & Nakagawa, J. 1980. Sementes: ciência, tecnologia e produção. Campinas, Fundação Cargill. 326p.

- Carvalho, N.M.; Souza Filho, J.F. Graziano, T.T. & Aguiar, I.B. 1980. Maturação fisiológica de sementes amendoim do campo. *Revista Brasileira de Sementes* 2(2):23-28.
- Costa, M.L.M.Nº.; Pereira, T.S & Andrade, A.C.S. 1992. Fenologia de algumas espécies da Mata Atlântica, Reserva Ecológica de Macaé de Cima (estudo preliminar). *In: Congresso Nacional sobre Essências Nativas, 2. Anais...São Paulo, 226-239.*
- Durigan, G. 1991. Análise comparativa do modo de dispersão das sementes das espécies de cerradão e de mata ciliar no município de Assis, SP. *In: Simpósio Brasileiro sobre Tecnologia de Sementes Florestais, 2. Atibaia. 1989. Anais...São Paulo. Instituto Florestal. 278p.(Série Documentos).*
- Foster, R.B. 1982. The seasonal rhythm of fruitfall on Barro Colorado Island. *In: Leigh Jr, E. G., Rand, A. S. & Windsor, D.W. (eds). The ecology of a tropical forest: seasonal rhythms and longterm changes. Smithsonian Institution Press, Washington, p. 151-172.*
- Frankie, G. W.; Baker, H. G. & 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.
- Freitas, J.L. 1996. Fenologia de espécies arbóreas tropicais na Ilha do Pará-Pará. no estuário do Rio Amazonas. Belém, FCAP. 106p.
- Hartshorn, G.S. 1980. Neotropical forest dynamics. *Biotropica* (suppl.): 23-30.
- Jackson, J.F. 1978. Seasonality of flowering and leaf-fall in brazilian subtropical lower montane moist forest. *Biotropica*, 10:38-42.
- Jackson, J.F. 1981. Seed size as a correlate of temporal and spatial patterns of seed fall in a neotropical forest. *Biotropica*, 13:121-130
- Janzen, D.H. 1967. Synchronization of sexual reproduction of trees within the dry season in Central America. *Evolution*, 21:620-37.
- Jesus, R.M. & Piña-Rodrigues, F.C.M. 1985. Determinação da época de colheita e índices de maturação das sementes de *Moldenauera floribunda* Schard. (Caingá). *In: Congresso Brasileiro de Sementes, 4, Brasília, 5, 1985. Resumo. 14p. (Anexo).*
- Kageyama, P.Y. & Piña-Rodrigues, F.C.M. 1993. Fatores que afetam a produção de sementes. *In: Aguiar, I.B., Piña-Rodrigues F.C.M., Figliolia, M.B. Sementes Florestais Tropicais. Brasília, Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. p. 19-46.*
- Lieberman, D. 1982. Seasonality and phenology in a dry tropical forest in Ghana. *J. Ecol.*, 70:791-806.
- Morelato, L.P.C. 1987. Estudo comparativo da fenologia e dinâmica de duas formações florestais na Serra do Japi, Jundiá, SP. Campinas, UNICAMP, 234p. (Dissertação de Mestrado).
- Morelato, L.P.C. 1992. Sazonalidade e dinâmica dos ecossistemas florestais da Serra do Japi. *In: Morelato, L.P.C (ed). História natural da Serra do Japi: ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas, Editora da Unicamp-Fapes. 321p.*
- Newstrom, L.E.; Frankie, G.W. & Baker, H.G. 1994. A new classification for plant phenology based on flowering patterns in lowland tropical rain forest trees at la selva, Costa Rica. *Biotropica*, 26(2): 141-159.
- Opler, P.A. y Bawa, K.S. 1978. Sex ratios in tropical forest trees. *Evolution*, 32:812-21p.
- Peres, C.A. 1994. Primate responses to phenological changes in an Amazonian Terra firme forest. *Biotropica*, 26(1): 98-112.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. 1999. Ecologia reprodutiva e conservação de *Virola surinamensis* (Rol.) Warb. na região do estuário amazônico. Campinas, UNICAMP, 256p.
- Piña-Rodrigues, F.C.M. & Piratelli, A.J. 1993. Aspectos ecológicos da produção de sementes florestais. *In: Aguiar, I.B.; Piña-Rodrigues, F.C.M. & Figliolia, M.B. Sementes Florestais Tropicais. Brasília, Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes. 350p.*
- Willson, M.F. & Thompson, J.N. 1982. Phenology and ecology of color in bird-dispersed fruits, or why some fruits are red when are green. *Can. J. Bot.*, 60, 701-713.



Observaciones fenológicas y ensayo de reproducción por semillas del cínavo (*Psidium caudatum* Mac Vaugh) en tres procedencias del Estado Mérida, Venezuela.

Judith Petit A.¹
José Luis Blanco M.²

INTRODUCCION

Los ecosistemas de las montañas tropicales han sido ampliamente perturbados por las actividades del hombre, principalmente por la agricultura y la ganadería, lo que ha traído consigo una reducción de la biodiversidad y como consecuencia una erosión genética en las poblaciones de especies vegetales.

En la región andina de Venezuela, específicamente en el Estado Mérida, existe una alteración severa de los ecosistemas lo que ha afectado a las poblaciones de *Psidium caudatum*, conocido comúnmente como cínavo.

El Cínavo es una especie endémica de los Andes Venezolanos que crece a altitudes entre 1600 y 2400 msnm, y es ampliamente utilizada por los campesinos para fines múltiples (Hoyos 1989). Es un árbol de 8 a 15 m de alto, hojas opuestas, flores blancas y los frutos son bayas globosas con pulpa blanca y aromática (Aristeguieta 1973).

Esta especie ha sido explotada desde tiempos remotos por los habitantes de los páramos y hasta el presente no se han realizado estudios sobre sus métodos de reproducción; pero por observaciones puntuales se sabe que las poblaciones de *P. caudatum* han disminuido notablemente.

Este hecho preocupa a las personas e instituciones involucradas, ya que la reducción de las poblaciones de cínavo, influye en la economía de las comunidades que utilizan su madera para elaborar muebles, tallas y artesanías en general, así como también su generalizada utilización como combustible (leña y carbón).

Los objetivos de este trabajo fueron: realizar observaciones fenológicas puntuales a fin de determinar el periodo más conveniente para la recolección de semillas y establecer un ensayo de germinación con semillas de *P. caudatum* utilizando cuatro tratamientos pregerminativos

MATERIALES Y METODOS

Metodología de campo

► Selección de las localidades de estudio
El ensayo fue realizado en el terreno que esta en la parte posterior del Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA) y las semillas, fueron colectadas de sitios adyacentes a las poblaciones de El Valle, Tabay y Jají.

► Mediciones de campo. Observaciones fenológicas
En cada una de las parcelas seleccionadas, se realizaron observaciones fenológicas puntuales para determinar el periodo más conveniente de recolección de semillas. El Cuadro I señala el cronograma del seguimiento que se hizo al cínavo, en cuanto a procedencia, fecha y característica fenológica presente.

► Selección de los árboles y recolección de frutos
En cada procedencia fueron seleccionados árboles portagranos para la recolección de los frutos. En cuanto al número de árboles se seleccionaron en El Valle 3, Tabay 5 y Jají 3. De cada procedencia se recolectó aproximadamente 0.5 kg. de frutos, y estos fueron transportados en bolsas de papel.

► Procesamiento de frutos y semillas
En el laboratorio fueron seleccionados los frutos sanos y descartaron los que presentaban pudriciones y ataques de insectos; luego se procedió a extraer las semillas.

¹ Investigadora Instituto Forestal Latinoamericano (IFLA). Profesora de Agroforestería Escuela Técnica Superior Forestal Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales. U.I.A. Mérida, Venezuela.

² Perito Forestal. Ejercicio Libre. Mérida Venezuela

Cuadro N° 1. Seguimiento para determinar la época de recolección de semillas de *Psidium caudatum*, en Mérida, Venezuela.

PROCEDENCIA	FECHA	CARACTERISTICA FENOLOGICA
El Valle	16/7/97	Frutos verdes abundantes
	19/7/97	Frutos verdes abundantes y frutos con tendencia a la madurez
	22/7/97	Mayoría de frutos en proceso de madurez.
	27/7/97	Frutos maduros
	30/7/97	Recolección de frutos
Tabay	31/7/97	Frutos verdes abundantes
	16/8/97	Frutos verdes y frutos con tendencia a madurez
	9/8/97	Mayoría de los frutos en proceso de madurez
	12/8/97	Recolección de frutos
Jají	13/8/97	Frutos verdes abundantes
	19/8/97	Frutos verdes abundantes algunos en proceso de madurez
	23/8/97	Mayoría de los frutos en proceso de madurez
	26/8/97	Frutos maduros en su mayoría.
	27/8/97	Recolección de frutos

Previamente, a la extracción de las semillas, se seleccionaron 5 frutos por procedencia y se les contó el número de semillas, el promedio de semillas por fruto en las tres procedencias está entre y 105 semillas/fruto.

A los frutos se les extrajo la pulpa con las semillas y se introdujeron en un recipiente con agua por dos horas, con el objeto de separar la pulpa de las semillas y tratar de diluir, el contenido de azúcar presente. Posteriormente, se colaron las semillas, se le extrajo las impurezas (restos de frutos) y se secaron a la sombra. Luego, se almacenaron en frascos de vidrio a 4°C. Cada frasco se identificó por procedencia.

► Tratamientos Pregerminativos

Por procedencia fueron seleccionadas 800 semillas, y se dividieron en cuatro (4) lotes de 200 semillas para aplicarles los siguientes tratamientos pregerminativos:

1. **Testigo:** Semillas sin tratamiento previo
2. **15°C en agua hirviendo:** Se colocaron las semillas en un colador y luego se sumergieron en agua hirviendo a 100°C, durante 15 segundos.
3. **30°C en agua hirviendo:** Se colocaron las semillas en un colador y luego se sumergieron en agua hirviendo a 100°C, durante 30 segundos.
4. **Acido sulfúrico (H₂SO₄) diluido al 75% :** Se colocaron las semillas dentro de un colador y posteriormente se sumergieron por un instante en ácido sulfúrico y luego se lavaron.

Se realizó un control diario de la germinación desde el primer día de la siembra. Se anotó el número de plántulas por y durante de 45 días.

► Establecimiento del Ensayo

En la parte posterior del edificio del Instituto Forestal Latino Americano (IFLA), adyacente a un terreno dedicado al cultivo de árboles de Navidad, fue establecido un bancal para el establecimiento del ensayo. Se utilizó como sustrato tierra y arena en proporción 3:1.

Utilizando un diseño de bloques al azar, en el bancal, se procedió a sembrar las semillas con las siguientes características, 3 procedencias, 4 tratamiento y 3 replicaciones por tratamiento. Por cada replicación se sembraron 50 semillas. El total de semillas sembradas fue de 2400.

Se utilizó como umbráculo dos árboles que se encuentran en el lugar, lo que permitió que el bancal semillero estuviera con luz solar regulada, los árboles umbráculos son: *Fraxinus americana* y *Psidium guajava*.

El ensayo se regó diariamente a las 5 pm, utilizando una regadera de mano de 18 litros de capacidad. Asimismo, periódicamente se aplicó Lebaycid, un insecticida contra hormigas y bachacos.

Los datos obtenidos de las observaciones fenológicas fueron tomados en planillas y vaciados en cuadros y gráficos. Se hicieron también observaciones fenológicas de las muestras de Címaro depositadas en el Herbario MER de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de Los Andes.

Se calculó el porcentaje de germinación (% G) por tratamiento y por procedencia y se graficó, este último versus el desarrollo diario de la germinación. Además, se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 3 bloques (procedencias), 4 tratamientos y 3 replicaciones

por tratamiento (Cochran y Cox 1981).

$$X_{ij} = \mu + B_i + T_j + E_{ij}$$

μ = Media poblacional **B** = Bloques / Procedencias
T = Tratamientos **E** = Error Experimental

RESULTADOS Y DISCUSION

Aunque en este estudio no se hizo un seguimiento analítico de las fenofases del cínavo, las observaciones fenológicas puntuales realizadas muestran una tendencia bien definida en cuanto a la época de fructificación y los diferentes estados de desarrollo de los frutos. La fructificación de la especie en las tres procedencias se inicia a principios de julio y ya para finales de agosto se encuentran frutos en pleno estado de madurez (Fig. 1).

Los datos sobre los estados fenológicos de *P. caudatum*, fueron tomados de las colecciones del Herbario MER, de la Facultad de Ciencias Forestales y Ambientales de la Universidad de los Andes, colectados desde 1952 hasta 1990 (Fig. 2).

Es importante resaltar que cuando se planifique la recolección de semillas de cínavo, deben hacerse controles fenológicos quincenales, para así determinar con mayor precisión el comienzo y el final de las fenofases.

En los resultados del ensayo de germinación (Cuadro 4) se observa que no hubo diferencias significativas al nivel de los tratamientos pregerminativos y procedencias.

La ausencia de diferencias significativas entre los tratamientos indica que el efecto de estos sobre la germinación de las semillas de cínavo no tuvo trascendencia, al igual que entre las procedencias estudiadas. La germinación entre procedencias fue variable con un coeficiente de variabilidad de 87,62% (Cuadro 2).

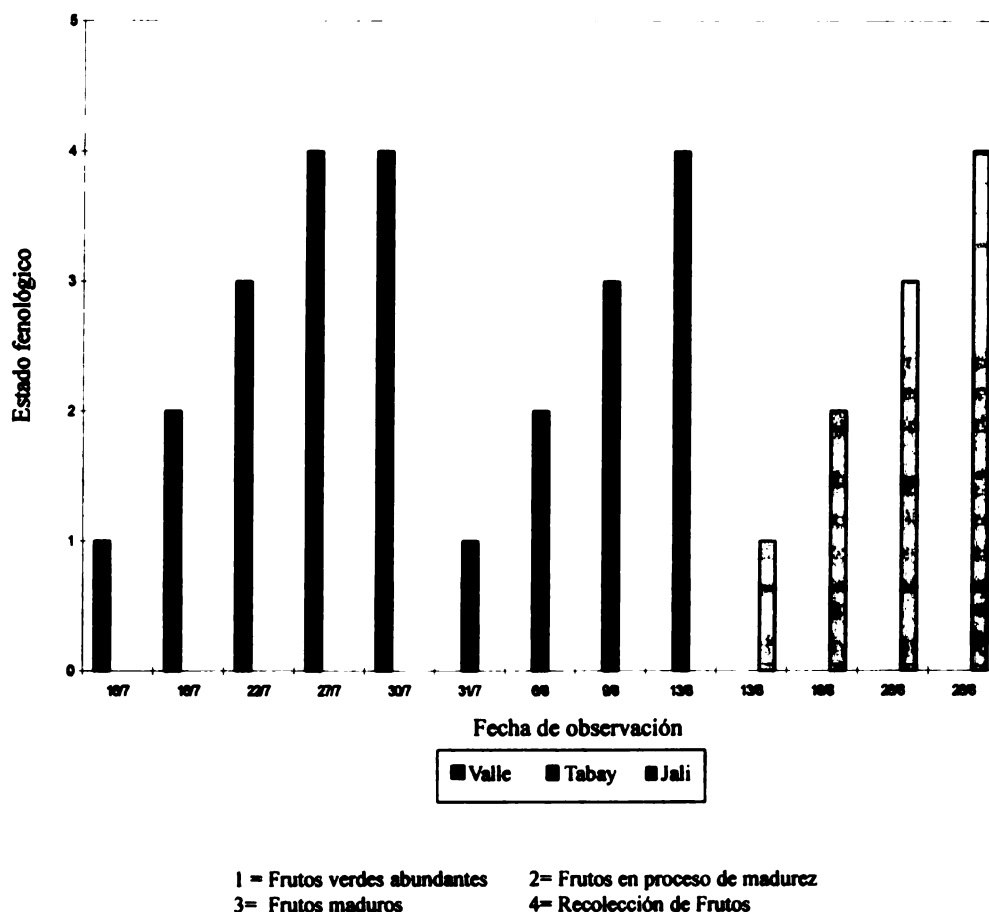


Figura 1. Desarrollo de los frutos de *Psidium caudatum* en julio y agosto de 1997, en tres procedencias del Estado Mérida, Venezuela.

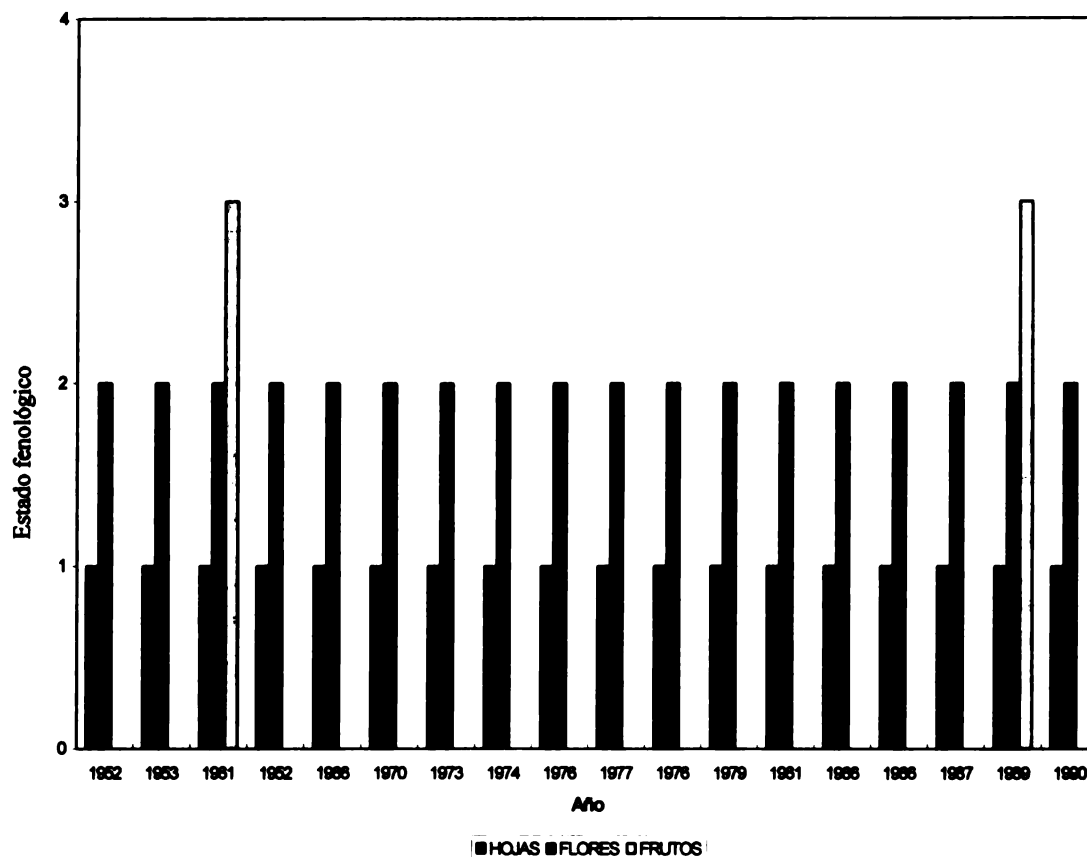


Figura 2. Fenograma del *Psidium caudatum*.
 Datos tomados de la colección del Herbario MER., Mérida, Venezuela.

Cuadro N° 2. Análisis de varianza del ensayo de germinación del *Psidium caudatum*, en tres procedencias del Estado Mérida, Venezuela.

Fuentes de variación	gl	Suma de cuadrados	Cuadrados medios	F calculada	Significancia
Bloques	2	166.55	83.28	1.57	n.s
Tratamientos	3	170.82	56.94	1.07	n.s
Error Experimental	6	319.13	53.19		
Total	11	656.50			

n.s = no significativo a un nivel de probabilidad del 95%

Coeficiente de variación	
CV %	84.62

La situación anterior no se puede considerar concluyente, pues el ensayo de germinación se hizo en un bancal y no se controlaron las condiciones ambientales, tales como luz, temperatura, humedad y fotoperiodo. Los porcentajes de germinación por procedencia y tratamiento se pueden apreciar en el Cuadro 3.

La mayor germinación ocurrió en la procedencia El Valle (34,5%), le sigue Jají (21,5%) y Tabay (19%). Los porcentajes están por debajo del 50%, lo que indica que la germinación del *P. caudatum* fue de baja a moderada, en un rango entre el 20% y el 34,5%.

En cuanto a los tratamientos pregerminativos, los mejores porcentajes de germinación para todas las procedencias ocurrieron con un testigo, con un promedio de 25%, mientras que para los otros tratamientos fueron 3,0%, 2,3% y 7,3%, respectivamente (Cuadro 3).

Cuadro N° 3. Porcentaje promedio de germinación por procedencia en *Psidium caudatum*. Mérida, Venezuela.

Procedencia	Pretratamiento			
	Testigo	Agua hirviendo 15 segundos	Agua hirviendo 30 segundos	Acido sulfúrico
El Valle	34.5	2.0	2.0	2.5
Tabay	19.0	4.0	3.0	16.0
Jají	21.5	3.0	2.0	3.5
Todas	25.0	3.0	2.33	7.33

El desarrollo diario de la germinación por procedencia se observa en las Figs. 3, 4 y 5. Para las procedencias El Valle y Jají, se aprecia claramente que en las semillas sin tratamiento (testigo) ocurrió la mayor germinación. Las semillas comenzaron a germinar el 4° día después de la siembra hasta el día 43.

En la procedencia Tabay, (Fig. 5) hubo una germinación similar con el testigo desde el 5 día de la siembra hasta el día 43, pero para el tratamiento con ácido sulfúrico diluido al 75%, hacia el día 23 las semillas de cínamo comenzaron a germinar vigorosamente y terminaron en el día 37°.

La germinación de semillas fue positiva en ausencia de tratamientos químicos, se piensa que el método de extracción pudo haber influido sobre la germinación, ya que las semillas se extrajeron de la pulpa del fruto por medio de fermentación.

CONCLUSIONES

De acuerdo con las características evaluadas en este trabajo, se concluye lo siguiente:

Las observaciones fenológicas puntuales indican que la tendencia de la época de fructificación del cínamo se inicia a principios de julio y los frutos en pleno estado de madurez se encuentran a final de agosto, también se determinó que los controles fenológicos deben planificarse en forma quincenal para determinar con mayor precisión el comienzo y el final de las fenofases.

Las pruebas de germinación de *P. caudatum* no mostraron diferencias significativas al nivel de tratamientos pregerminativos y procedencias; aunque el coeficiente de variación entre procedencias fue alto (87.6%).

Esta consideración anterior aumenta la necesidad de establecer ensayos de procedencia/progenie a fin de probar con mayor eficacia la germinación de esta especie.

La mejor germinación ocurrió en la procedencia El Valle (34.5%) y el mejor tratamiento resultó ser el testigo (semillas sin tratamiento pregerminativo), con un promedio general de 25% de germinación para todo el ensayo.

Por otra parte, el desarrollo diario de la germinación tiene la siguiente tendencia, comienza generalmente el 5° día después de la siembra y termina en el día 43.

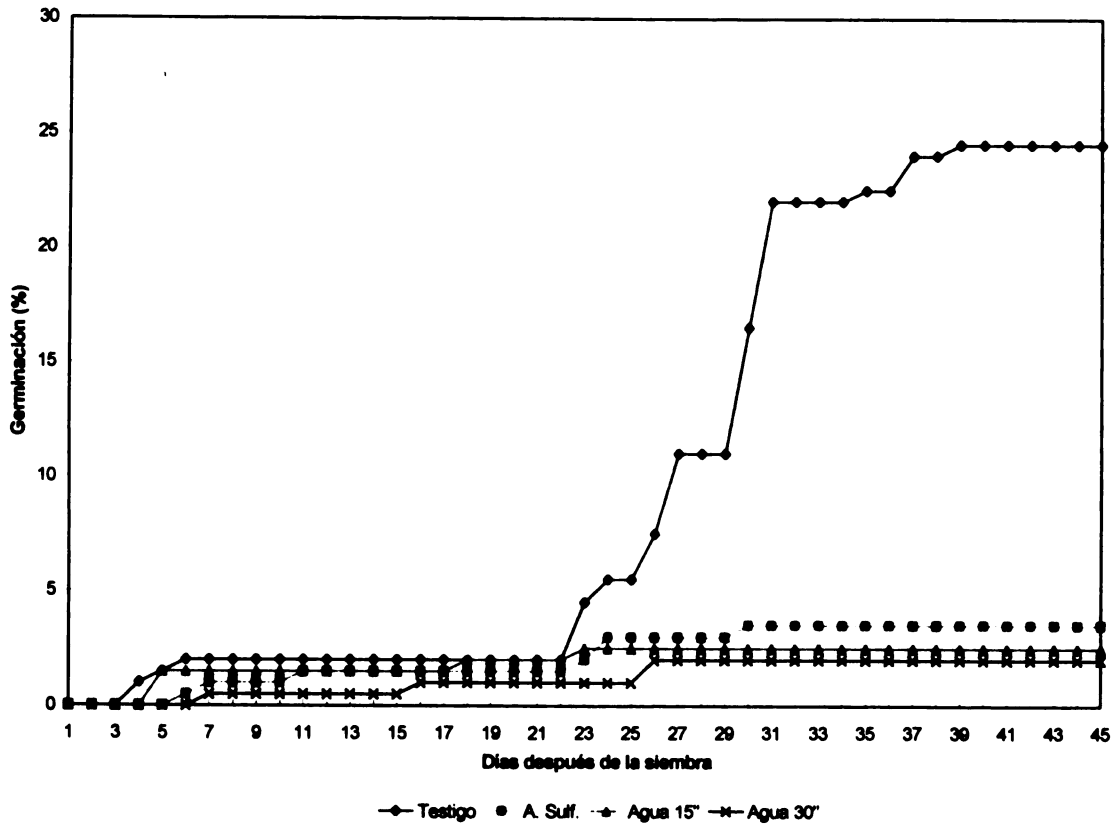


Figura 3. Desarrollo diario de la germinación de *Psidium caudatum* en la Procendencia Jají, Mérida, Venezuela.

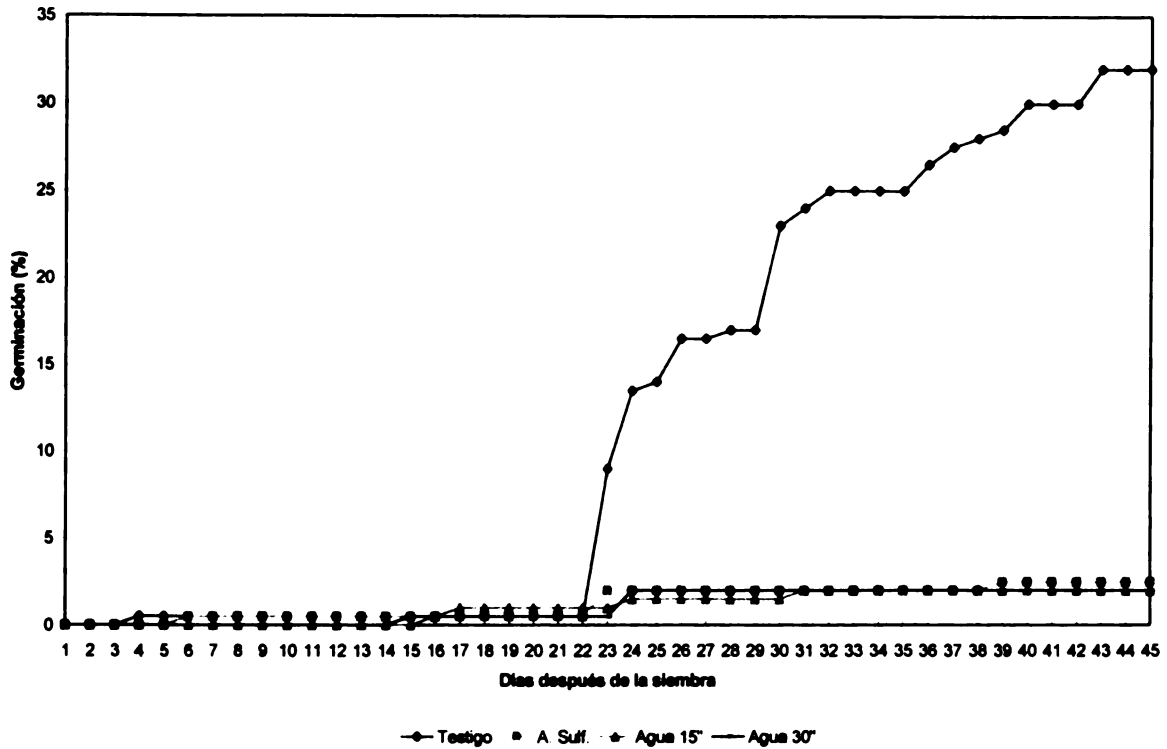


Figura 4. Desarrollo diario de la germinación de *Psidium caudatum* en la Procendencia El Valle, Mérida, Venezuela.

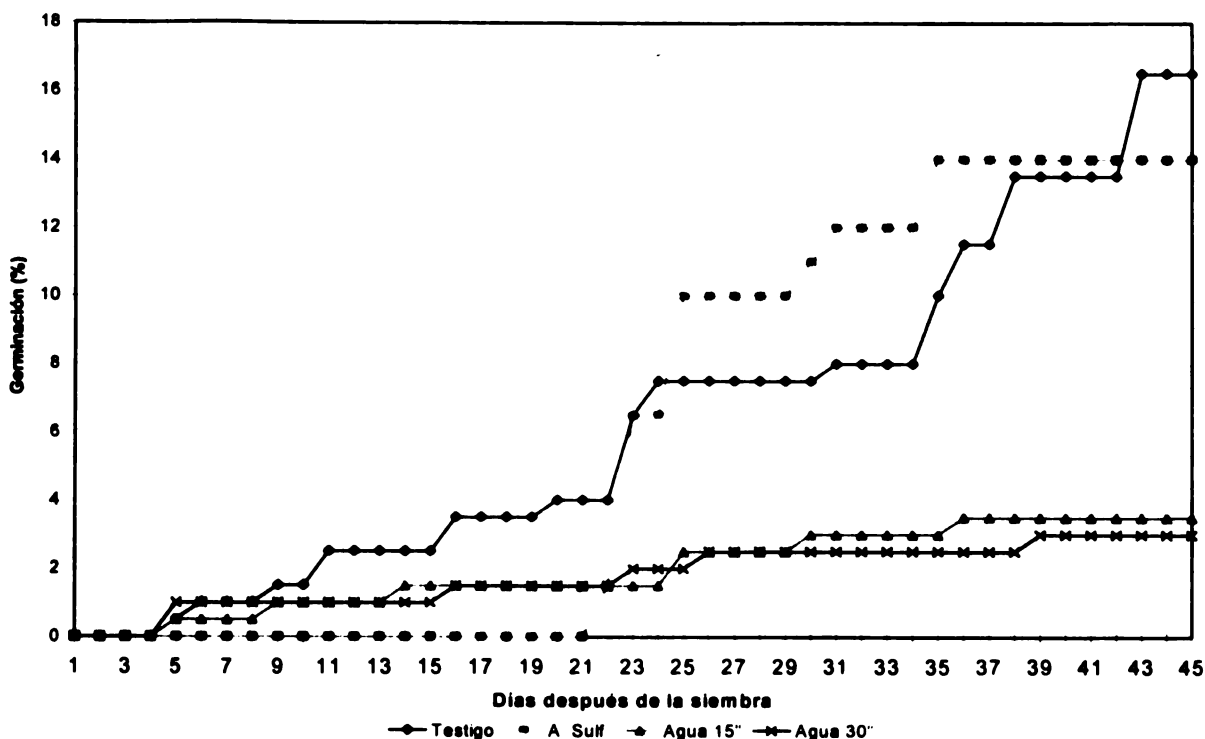


Figura 5. Desarrollo diario de la germinación de *Psidium caudatum* en la Procedencia Iabay, Mérida, Venezuela

BIBLIOGRAFIA

- Aristeguieta, L. 1973. Familias y Géneros de los Árboles de Venezuela. Caracas Venezuela. Instituto Botánico. Ministerio de Agricultura y Cria. Caracas, Venezuela. 845 p.
- Cochran, W.; Cox, G. 1981. Diseños Experimentales. México. Trillas, 661 p.
- Díaz, R.; Lazo, E.; Londoño, A.; Mayorca, L.; Silva, R.; Vega, G. 1969. El Análisis de la Varianza y sus Aplicaciones. Mérida, Venezuela. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. 96 p. (Mimeografiado).
- García, J. 1979. Viveros y Plantación Forestal. Mérida, Venezuela. Universidad de Los Andes. Facultad de Ciencias Forestales. 136 p. (Mimeografiado).
- Hoyos, J. 1989. Frutales en Venezuela. Caracas, Venezuela. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. Monografía N° 36. 375 p.
- Patiño, F.; Villagómez, Y. 1976. Los Análisis de semillas y su utilización en la propagación de especies forestales. México. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. Boletín Divulgativo N° 40. 26 p.
- Petit, J. 1986. Variación en caracteres de frutos y semillas de Balso (*Ochroma pyramidale*) en tres (3) procedencias de los Llanos Occidentales y una (1) del Estado Táchira, Venezuela. Mérida, Venezuela. Universidad de Los Andes. Centro de Estudios Forestales de Postgrado. Trabajo Especial 42 p.
- Schnee, L. 1984. Plantas comunes de Venezuela. Caracas, Venezuela. Universidad Central de Venezuela (UCV). 806 p.
- Sokal, R.; Rohlf, F. 1980. Introducción a la Bioestadística. España. Reverté. 362 p.
- Vastey, J. 1962. Estudios sobre propagación de Especies Forestales por Estacas. Tesis de Maestría. Turrialba, Costa Rica. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA). 67 p. (Mimeografiado).

Maduración de conos y estimación de semillas llenas de *Pinus catarinae*

M. F. Robert-Passini¹

Celestino Flores López²
José Luis Lemus Sánchez³

INTRODUCCION

El conocimiento sobre indicadores de madurez de conos y semilla es necesario en la colecta de materiales para obtener el mejor aprovechamiento de los años semilleros, garantizando el abasto de germoplasma y facilitando la labor del recolector de conos. La producción de semillas para cada especie es diferente debido a las características morfológicas y anatómicas de los conos e incluso para cada especie en diferentes localidades (Bello 1988; Plancarte 1988).

Pinus catarinae forma parte del complejo taxonómico de los piñoneros y es endémica de Nuevo León y Coahuila; la cual está sujeta a protección especial, según la norma ecológica 059 (Diario Oficial de la Federación, 1994). El objetivo de este trabajo fue determinar si la gravedad específica, el contenido de humedad y el color del cono son indicadores de madurez de conos y semillas, así como estimar el número de semillas por cono por el método de corte.

REVISION DE LITERATURA

Este pino se ha encontrado en una área muy limitada del municipio de Santa Catarina, Nuevo León, cerca de la localidad de Casa Blanca, con coordenadas 25°39'30" N. y 100°42'40" O., entre las montañas de Saltillo y Monterrey, México (Robert 1981, 1982).

La madurez de conos de la mayoría de las especies de pinos se presentan en otoño, 7 a 8 meses aproximadamente después de la fertilización. El lapso entre la polinización y la madurez del cono y las semillas es aproximadamente de 15 a 17 meses, por lo que se requieren dos estaciones de crecimiento para que se de lugar a la formación de las semillas. Únicamente en México, hasta donde se tienen reportes, *Pinus leiophylla* y *P. chihuahuana* necesitan tres

estaciones de crecimiento para que las semillas completen su desarrollo (Mirov 1967). Conforme los conos van madurando, su gravedad específica va decreciendo debido a la pérdida de humedad. La maduración de conos para la mayoría de las especies de pinos es diferente, pero para la mayoría de las especies de México ocurren de octubre a febrero, aunque se pueden adelantar o atrasar en función de la latitud, altitud y otros factores ambientales (Patifio 1973).

Entre los problemas que enfrenta el colector de semillas de pinos está el de saber si el cono ya está maduro para su recolección y si la semilla es lo suficientemente madura; tradicionalmente se enfrentan a los períodos de madurez cortos de conos y semillas (Maki 1940). La gravedad específica muestra tener un índice de madurez exacto para algunas especies de pino (Maki 1940; Cram y Worden 1979), pero éste ha sido poco usado para latifoliadas (Bonner 1976).

El contenido de humedad ha venido siendo menos aplicado como indicador de madurez, probablemente porque requiere de un laboratorio y facilidad de secado de conos, además se lleva tiempo la toma de mediciones (Edwards 1978). Debido a que el contenido de humedad de los conos decrece con la madurez, también la gravedad específica disminuye, la relación entre el peso y el volumen también disminuye.

El color del cono se ha venido investigando como un indicador práctico para varias especies, Barnett y McLemore (1966) lo reportan para *Pinus clausa*, Ching y Ching (1962) para *Pseudotsuga menziensisii*, Arisman y Powell (1986) para *Pinus merkusii*.

El método de corte de cono puede ser un índice de producción de semilla por cono; con sólo cortar un cono y contar la semilla de una cara, donde se conoce el número de semillas llenas a obtener por cono (McLemore 1962). Se han realizado trabajos tales como los de McLemore (1962) para *Pinus palustris*, *P. elliotii* y *P. taeda*, el de Asher (1964) para *Pinus elliotii* y el de Fogal y Alemdag (1989) para *Picea glauca*.

¹ Proyecto 02.03.0906.2607, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN).

² Profesor e Investigador. UAAAN.

³ Ingeniero Agrónomo Forestal.

MATERIALES Y METODOS

El área de estudio se localiza cerca del poblado Casa Blanca, Santa Catarina, Nuevo León, entre los kilómetros 42 al 49 de la carretera número 40 Monterrey- Saltillo. El bosque de *Pinus catarinae* se encuentra entre los paralelos 25° 39' y 25° 41' N. y entre 100° 35' y 100° 44' O., con altitud aproximada entre 1107 y 1620 msnm. Perteneció a los predios Cañada Cortina, Casa Blanca y El Jonuco del Municipio de Santa Catarina en el estado de Nuevo León (CETENAL 1977; INEGI 1997).

Para determinar la gravedad específica, el contenido de humedad así como evaluar el color del cono, se seleccionaron 15 árboles de diferentes diámetros, altura, cobertura de copa, edad y conformación. La distribución de los árboles se realizó a lo largo de la población de *Pinus catarinae*, con una distancia mínima de 50 metros entre árbol y árbol. Cada árbol seleccionado se identificó. Se efectuaron dos colectas, con un intervalo de 23 días entre sí; la primera se hizo el 01 de agosto de 1997 y la segunda el 23 de agosto del mismo año; la segunda colecta se realizó cuando los conos iniciaban la apertura de las escamas. En cada colecta se tomaron 20 conos, de las cuatro exposiciones de la copa, se colocaron en bolsas de polietileno y se identificaron; las bolsas se colocaron dentro de una hielera y se transportaron al laboratorio, posteriormente las muestras se cambiaron a un refrigerador.

Las características tomadas a los 10 conos fueron: longitud (cm), ancho (cm), peso del cono (g), volumen del cono (g), peso seco (g) y color. Los 10 conos restantes se utilizaron para evaluar la germinación. El peso del cono se obtuvo por desplazamiento de volumen de agua en una probeta (Fig. 1). El volumen del cono se tomó igual que el peso verde en probeta, con la única diferencia de que el cono fue sumergido completamente con una aguja. Para obtener el peso seco, se pusieron los conos a secar en una estufa a temperatura de 101°C. La primera colecta permaneció 96 horas en la estufa y la segunda 72 horas. La identificación del color del cono se hizo por comparación en tablas Munsell®. La segunda mitad de conos (10) separados al principio, se colocaron en bolsas de papel y se pusieron a secar en el laboratorio a temperatura ambiente (entre 21°C y 24°C). Las semillas utilizadas para el ensayo de germinación tenían 109 días (1ª colecta) y 86 días (2ª colecta).

La germinación se realizó en una germinadora a una temperatura de 30°C con ($\pm 1^\circ\text{C}$), se utilizaron toallas de papel destraza esterilizadas, con tamaño de 20 x 20 cm. En una cámara de flujo laminar previamente desinfectada, se realizó la siembra de las semillas en toallas, poniendo todas las semillas "desarrolladas" sobre el papel esterilizado y humedecido con agua esterilizada. La germinación se evaluó cada tercer día, durante 22 días. Al finalizar la

germinación, las semillas que no germinaron se rompieron, se contaron y se clasificaron en semillas vanas, semillas podridas y semillas no podridas.

El contenido de humedad (CH) se calculó con la fórmula siguiente (Bonner 1981; Willan 1991):

$$\text{CH} = \left[\frac{\text{PVER} - \text{PSEC}}{\text{PVER}} \right] * 100$$
, donde,
CH= Contenido de humedad en porcentaje,
PVER= Peso verde del cono,
PSEC= Peso seco del cono.

La gravedad específica de conos se calculó con la siguiente fórmula (Barnett 1979):

$$\text{GE} = \frac{\text{PPRO}}{\text{VPRO}}$$
, donde,
GE=Gravedad específica,
PPRO=Peso en probeta,
VPRO=Volumen en probeta.

La obtención del peso en probeta, volumen en probeta y gravedad específica se muestra en la Fig. 1.

En el análisis del color del cono se obtuvo por frecuencias de las coloraciones para cada colecta y se graficó en un histograma de barras.

Para obtener la relación entre gravedad específica (GE) con el contenido de humedad (CH) se promediaron los datos por colecta y por árbol, se probaron 9 ecuaciones para comparar el mejor ajuste (Cuadro 1). De cada ecuación se obtuvo un análisis de varianza, y a partir de éste se obtuvieron los siguientes estadísticos: el cuadrado medio del error (CME), la desviación estándar residual (s), el coeficiente de variación (CV), el coeficiente de determinación (R^2) (Little y Hills 1989), y el índice de Furnival (I) (Furnival 1961; Vanclay 1994).

Para la estimación de semillas llenas por cono por el procedimiento de corte, se colectaron 31 árboles, con distancia mínima entre árboles de 50 m, de cada árbol se colectaron 5 conos de diferente exposición en la copa. La longitud del cono (LC) y diámetro máximo del cono (D) se determinó en centímetros y el número de semillas por sección (NS) se determinó después de la extracción. Para la estimación del número de semillas llenas por cono (NSLL) como una función de LC, D y NS, se probaron 20 modelos (Cuadro 3).

RESULTADOS Y DISCUSION

Para relacionar el contenido de humedad y la gravedad específica se utilizaron 9 ecuaciones, como se observa en el Cuadros 1. Las ecuaciones 4, 5 y 6 con la variable dependiente transformada presentaron valores mínimos, con 0.001 para el cuadrado medio del error (CME), con

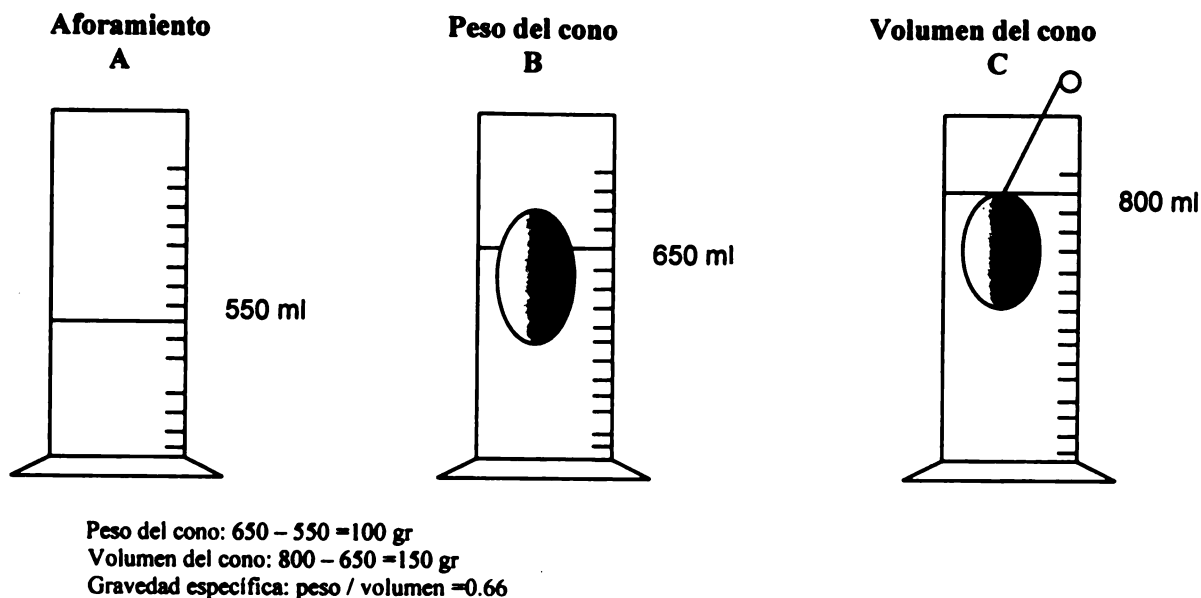


Figura 1. Procedimiento para determinar la gravedad específica del cono en probeta graduada.

Cuadro 1. Resultados de estadísticos para las ecuaciones que relacionan el contenido de humedad (\hat{y}) y la gravedad específica (x), en conos de *Pinus catarinae*, México.

Nº	Ecuación	Estadísticos				
		CME	s	CV	R ²	I
1	$\hat{y} = a + bx + \epsilon_{ij}$	5.442	2.332	3.829	0.598	2.332
2	$\hat{y} = a + b/x + \epsilon_{ij}$	5.599	2.366	3.884	0.586	2.366
3	$\hat{y} = a + b \ln x + \epsilon_{ij}$	5.518	2.349	3.855	0.592	2.349
4	$\ln \hat{y} = a + bx + \epsilon_{ij}$	0.001*	0.038*	0.935*	0.599	2.336
5	$\ln \hat{y} = a + b/x + \epsilon_{ij}$	0.001*	0.038*	0.946	0.590	2.364
6	$\ln \hat{y} = a + b \ln x + \epsilon_{ij}$	0.001*	0.038*	0.940	0.595	2.349
7	$\hat{y} = a + bx^{20} + \epsilon_{ij}$	4.953	2.225	3.653	0.634*	2.225*
8	$\hat{y} = a + bx + cx^2 + \epsilon_{ij}$	5.319	2.306	3.785	0.623	2.306
9	$\hat{y} = a + bx + cx^3 + \epsilon_{ij}$	5.304	2.302	3.779	0.623	2.302

Donde: + = valores mínimos, * = valores máximos, \hat{y} = contenido de humedad estimada, a = intercepto b = pendiente, c = constante, x = gravedad específica, ϵ_{ij} = sumatoria del error, \ln = logaritmo natural, CME = cuadrado medio del error, s = desviación estándar residual, CV = coeficiente de variación, R² = coeficiente de determinación, I = índice de Furnival.

0.038 para la desviación estándar residual (s) y sólo la ecuación 4 tuvo el valor mínimo de 0.935 para el coeficiente de variación (CV), que contrastan con los valores de las ecuaciones con variable dependiente no transformada. Se seleccionan estas ecuaciones sólo por los valores mínimos mencionados, se tienen errores por la transformación de la variable dependiente (Alder 1980; Vanclay 1994). Sin embargo, estos valores pueden ser comparados sólo entre ecuaciones con la variable dependiente transformada, o

sólo entre ecuaciones con variables dependientes no transformadas (Alder 1980; Vanclay 1994).

Sin embargo, para poder comparar ecuaciones de variable dependiente transformada con ecuaciones de variables dependientes no transformadas, se utiliza el índice de Furnival (Furnival 1961; Alder 1980; Vanclay 1994). De esta forma el valor mínimo 2.225 de índice de Furnival para la ecuación 7 (Cuadro 1), muestra el mejor ajuste de

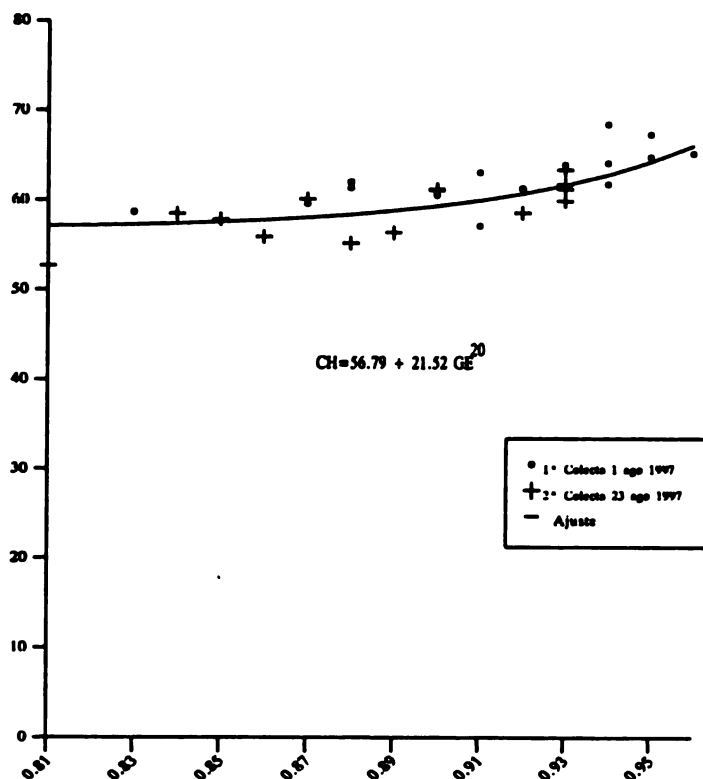


Figura 2. Diagrama de dispersión de *P. catarinae*

Cuadro 2. Gravedad específica y contenido de humedad promedio; varianza, desviación estándar y coeficiente de variación de dos colectas de *Pinus catarinae*.

Fecha de colecta	GE				CH (%)			
	\bar{x}	s^2	s	CV	\bar{x}	s^2	s	CV
1 agosto, 1997	0.92	0.0013	0.0372	4.049	62.77	10.053	3.170	5.050
23 agosto 1997	0.89	0.0015	0.0390	4.372	58.94	9.115	3.019	5.121

Donde: GE=gravedad específica, CH %=contenido de humedad, S^2 =varianza, s=desviación estándar y CV=coeficiente de variación.

todas las ecuaciones probadas, por lo tanto es la apropiada para estimar la relación entre el contenido de humedad (CH) y la gravedad específica (GE). Esta ecuación, $CH=56.79+21.52GE^{20}$, se utilizó para estimar el CH a partir de la GE, como se puede apreciar en la Fig. 2 y fue altamente significativa en el análisis de varianza.

En el diagrama de dispersión (Fig. 2) se puede apreciar que a mayor GE, mayor CH y viceversa, ocurriendo esta relación en los tiempos de colecta, por lo tanto la segunda fecha de colecta, 23 de agosto con menor GE (0.89) y menor

CH (58.94%) son los valores de maduración de conos para *P. catarinae* (Cuadro 2). En los estudios de Cram (1956) y Barnett (1976) también sucede una disminución del contenido del CH y GE, en los tiempos de colecta cuando se acercan a la fecha final de maduración del cono. Por lo que estos valores se pueden considerar como índices de maduración y sólo pueden utilizarse para *P. catarinae*, porque varía entre especies.

En los resultados de la germinación de semillas, el porcentaje de semilla vana de 97.9% en la primera colecta

y de 57.5% para la segunda. El problema que causa la mayor cantidad de semillas vanas es la autopolinización (Franklin 1970), que es el resultado de la malformación del embrión, después de la formación de la testa, y por la homocigosis de genes recesivos letales (Dorman 1976; Fechner 1978). Para semilla podrida, y no podrida, se observaron valores bajos en la colecta 1ª y más elevados en la 2ª. A pesar de que el porcentaje de semillas no podridas fue diferente, para la primera colecta con 0.4% y con 8.5% para la segunda, los valores son muy bajos. El escaso número de semillas no podridas, se puede atribuir a problemas de latencia, de forma que puede incrementarse el porcentaje de germinación si a la semilla llena se le aplica un pre-tratamiento (Gordon 1992). En el caso de la germinación de la semilla, los porcentajes son muy bajos en ambas colectas, con 0.1% para la primera y 15.7% para la segunda. Si se considera que las semillas no podridas tuvieran latencia y que con pre-tratamientos se rompiera, se aumentaría la germinación, pero aún así, continuaría siendo baja.

Con respecto al color, los resultados obtenidos se muestran en la Fig. 3 donde se observa que las colectas 1ª y 2ª presentan conos de color verde "oscuro", agregándose coloración de verde "claro" en la segunda. En la 1ª, el verde grisáceo (VG) presentó el más alto porcentaje con 56.43%, seguido por el verde muy claro (VMC) con 26.43% y en menor proporción VGVC, VGVMC y VC sumando 17.14%. Para la 2ª, el porcentaje de coloración de conos más alto, fue del 30% que corresponde al verde muy claro (VMC), seguido por el verde grisáceo, con verde muy claro (VGVMC) con 23.1%, en tercer lugar el verde grisáceo (VG) con 19.2% y en menor porcentaje VGVC, VC, VGCA, VGCR, VGVO, VMCA y AVMC con 27.7%. No debe considerarse el color del cono como indicador de madurez para *Pinus catarinae*, dado que no hay coloraciones definidas para cada colecta.

Sin embargo, en un estudio de *Pinus merkusii*, los conos cambiaron de color verde a café cuando estuvieron próximos a abrir (Arisman y Powell 1986). Otros autores mencionan que los conos de muchos pinos se tornan cafés cuando maduran (Krugman y Jenkinson 1974). Niembro (1986) menciona que en muchos pinos mexicanos el cono cambia de verde a café, o algún tono del café, al estar próximos a abrir sus escamas.

Por otra parte, el número de semillas llenas, expuestas por una cara, en el corte por cono tuvo un rango de 0 a 5 por árbol y un total de semillas (5 conos) de 1 a 19. El promedio de todos los árboles fue de 1.3 semillas de una cara del cono. Este rango de semillas esta por debajo de los encontrados por McLemore (1962) quien encontró rangos de semillas expuestas por una cara de un cono de: 1-27 en *Pinus palustris*, 0-19 en *P. elliottii* y 0-20 en *P. taeda*. En un estudio de *Picea glauca*, Fogal y Alemdag (1989), reportaron un rango de semillas por una cara del cono de 0-29.

En el análisis de varianza, los 20 modelos probados no presentaron fuertes contrastes, desviaciones estándar residual (s), el cuadrado medio del error (CME) y coeficientes de variación (CV), los coeficientes de determinación (R^2) encontrados fueron bajos (Cuadro 3).

Los modelos 20, 13, 9, 15 y 14 presentaron los más elevados coeficientes de determinación. El modelo 20 presenta los valores mínimos para la desviación estándar residual (s), el cuadrado medio del error (CME), el coeficiente de variación (CV) y el valor máximo del coeficiente de determinación (R^2) más elevado con 0.42039 (Cuadro 3).

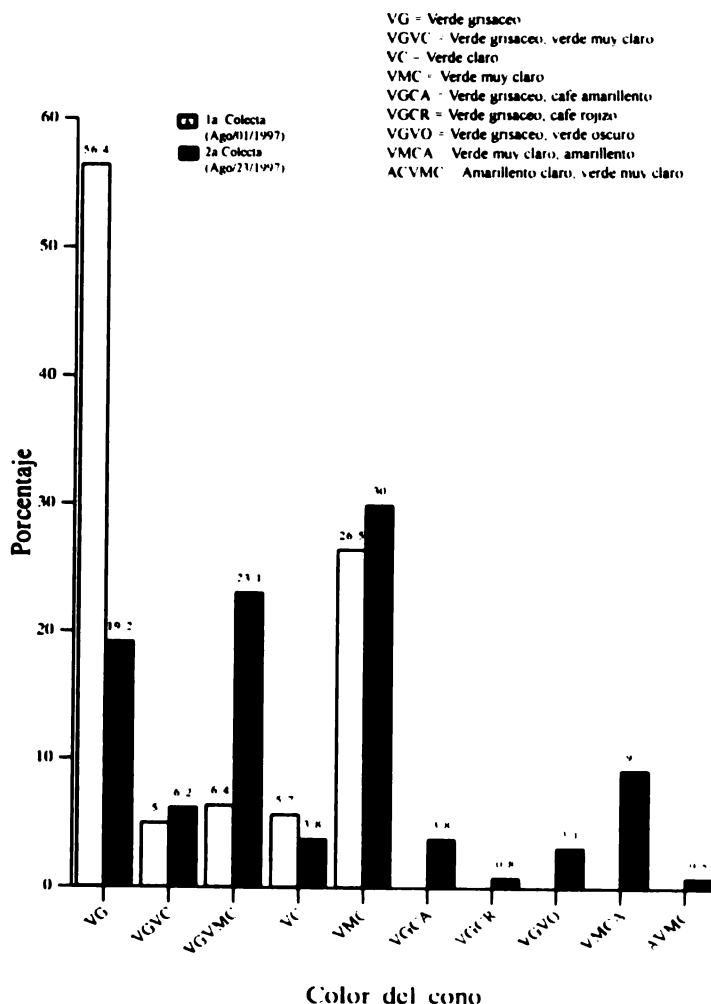


Figura 3. Frecuencia en porcentajes de coloraciones de conos de dos colectas de *Pinus catarinae*, México.

Cuadro 3. Valores estadísticos obtenidos para cada modelo empleado para la estimación de semillas llenas del cono de *Pinus catarine* por el procedimiento de corte, México.

Nº	Modelo	S	CME	CV	R ²
1	$\hat{y}=a+bNS+\Sigma ij$	2.217	4.917	93.654	0.380
2	$\hat{y}=a+bNS+cNS^2+\Sigma ij$	2.216	4.911	93.601	0.385
3	$\hat{Y}=a+b.D.LC.NS+\Sigma ij$	2.296	5.272	96.975	0.335
4	$\hat{Y}=a+bD.LC.NS+c(D.LC.NS)^2+\Sigma ij$	2.301	5.294	97.183	0.337
5	$\hat{Y}=a+bNS/LN.D+c(NS/LC.D)^2+\Sigma ij$	2.254	5.084	95.228	0.363
6	$\hat{Y}=a+bNS/LC.D+c(NS/LC.D)^2+dLC.D+\Sigma ij$	2.219	4.925	93.734	0.387
7	$\hat{Y}=a+b(NS/LC.D)+c(NS/LC.D)^2+d(NS/LC.D)^3+\Sigma ij$	2.225	4.951	93.980	0.384
8	$\hat{Y}=a+bD.LC.NS+c(LC.D)+\Sigma ij$	2.267	5.142	95.770	0.356
9	$\hat{Y}=a+bNS/LC+c(NS/LC)^2+d(NS/D)+e(NS/D)^2+fLC.D+\Sigma ij$	2.201	4.848	92.998	0.404
10	$\hat{Y}=a+bLC+cD+dNS+\Sigma ij$	2.228	4.965	94.113	0.382
11	$\hat{Y}=a+bLC+cD+dNS+eLC.D+\Sigma ij$	2.234	4.991	94.360	0.383
12	$\hat{Y}=a+bNS+cNS^2+dLC.D+\Sigma ij$	2.221	4.935	93.832	0.386
13	$\hat{Y}=a+bNS/LC+c(NS/LC)^2+d(NS/D)+e(NS/D)^2+fLC+gD+\Sigma ij$	2.208	4.879	93.289	0.405
14	$\hat{Y}=a+bNS+cNS^6+\Sigma ij$	2.201	4.848	92.997	0.393
15	$\hat{Y}=a+bNS+cNS^6+dLC.D+\Sigma ij$	2.207	4.873	93.237	0.393
16	$\hat{Y}=a+Blc+Cd+dNS+eLC.D+fLC.NS+gD.NS+hLC.D.NS+\Sigma ij$	2.239	5.016	94.391	0.392
17	$\hat{Y}=a+b/NS+\Sigma ij$	2.579	6.655	85.750	0.217
18	$\hat{Y}=a+bLnNS+\Sigma ij$	2.543	6.466	84.528	0.240
19	$\hat{Y}=a+bNS^2+\Sigma ij$	2.252	5.073	95.125	0.360
20	$\hat{Y}=a+bNS/LC+c(NS/LC)^2+dNS/D+e(NS/D)^2+fLC+gD+hNS^6+iL.C.D+\Sigma ij$	2.195	4.820	92.728	0.420

Donde: \hat{y} =semilla llena, a=intercepto, b=pendiente, c, d, e, f, g, h, i=constantes, NS=número de semilla por una cara, LC=longitud del cono, D=diámetro, Ln=logaritmo natural, N°=número de modelo, s= \sqrt{CME} =desviación estándar residual, CME=cuadrado medio del error, CV=coeficiente de variación y R²=coeficiente de determinación.

Cuadro 4. Cinco modelos de mejor ajuste para la estimación de semillas llenas del cono por el método de corte.

Nº	Modelo de regresión
20	$NSLL=-5.1201-4.4799(NS/LC)+13.5005(NS/LC)^2+8.6062(NS/D)-10.5359(NS/D)^2+1.1612(LC)+1.3560(D)+0.0004(NS)^6-0.2670(LC \times D)$
13	$NSLL=-2.0520-0.6321(NS/LC)+9.3096(NS/LC)^2+3.1307(NS/D)-4.3921(NS/D)^2+0.3057(LC)+0.4476(D)$
9	$NSLL=-0.7316-0.2835(NS/LC)+9.1814(NS/LC)^2+2.8279(NS/D)-4.2945(NS/D)^2+0.1040(LC \times D)$
15	$NSLL=0.8137+1.4003NS+0.0002(NS)^6-0.0349(LC \times D)$
14	$NSLL=0.4002+1.3912(NS)+0.0002(NS)^6$

Donde: N°=número de modelo, NSLL=número de semilla llena sin daño por cono, NS=número de semillas expuestas en una cara, LC=longitud del cono y D=diámetro del cono.

El modelo 1 con la expresión $\hat{y}=0.2529+1.5609$ (NS) da buen estimación aunque la s, CME y el CV, no sean los más bajos, ni el R2 el más alto, éste es fácil y práctico de aplicar, sólo se cuentan las semillas de una cara del cono y se realiza una pequeña operación matemática (McLemore 1962; Asher 1964; Fogal y Alemdag 1989). También el número 14 es fácil de aplicar, sin embargo los modelos 20, 13, 9 y 15, aunque tienen mejores estadísticos, implican un mayor cálculo (Cuadro 4).

CONCLUSIONES

- La gravedad específica y contenido de humedad son indicadores de maduración de conos para *Pinus catarinae*, cuya relación tiene comportamiento exponencial; donde a menor gravedad específica menor contenido de humedad, para dos fechas de colecta.
- La coloración del cono de *Pinus catarinae* no es un indicador de maduración de conos confiable, por no presentar relación alguna con la gravedad específica, contenido de humedad y la germinación. Tampoco el color del cono tiene un rango característico entre las dos colectas.
- La fecha apropiada de colecta es el 23 de agosto, que implica diferencias mínimas a considerar entre gravedad específica y contenido de humedad, con respecto a la fecha 1 de agosto, y que contrastan con el porcentaje de germinación entre las colectas.
- La ecuación que puede estimar el número de semillas llenas a obtener por cono de *Pinus catarinae* fue $NSLL = -5.1201 - 4.4799$ (NS/LC) $+ 13.5005$ (NS/LC) $^2 + 8.6062$ (NS/D) $- 10.5359$ (NS/D) $^2 + 1.1612$ (LC) $+ 1.3560$ (D) $+ 0.0004$ (NS) $^6 - 0.2670$ (LC x D); también se pueden considerar los modelos 13, 9, 15 y 14 para el cálculo y estimación.

LITERATURA CITADA

Alder, D. 1980. Estimación de volumen forestal y predicción del rendimiento; con referencia especial a los trópicos. Vol. 2: Predicción del rendimiento. FAO Montes. Estudio 22/2. 118 p.

Arisman, H. y G. R. Powell. 1986. Effects of cone colour and seed-extraction methods on yield and quality of seeds of *Pinus merkusii* in Indonesia. *Seed Science Technology*. 14 (1): 177-190.

Asher, W. C. 1964. A formula for estimating slash pine seed yields. *Journal of Forestry*. 62 (1): 37-39.

Barnett, J. P. y B. F. McLemore. 1966. Sand pine cones and seed. *Tree Planters' Notes* N° 76: 15-16.

Barnett, J. P. 1976. Cone and seed maturation of southern pines. USDA Forest Service South. Forest Experiment Station., Res. Pap. SO-122. 11 p.

Barnett, J. P. 1979. An easy way to measure cone specific gravity. In: Karrfalt, P.R., Comp. Proceedings Seed Collection Workshop. USDA Forest Service Southern Area, State and Private Forestry. SA-TP-8. Macon, Atlanta, GA.: USA. May 16-18. pp. 21-23.

Bello, G. M. A. 1988. Potencial, eficiencia y producción de semillas en conos de *Pinus pseudostrobus* Lindl., en Quinceo, Municipio de Paracho, Michoacán. *Ciencia Forestal*. (México) 13 (64): 3-29.

Bonner, F. T. 1976. Maturation of shumard and white oak acorns. *Forest Science*. 22: 149-154.

Bonner, F. T. 1981. Measurement and management of tree seed moisture. USDA. Southern Forest. Experiment Station. Research paper SO-177. 10 p.

CETENAL, 1977. Carta topográfica G14C25 Garza García. Escala 1:50,000.

Ching, T. M. y K. K. Ching. 1962. Physical and physiological changes in maturing Douglas-fir cones and seeds. *Forest Science*. 8 (1): 21-31.

Cram, W. H. 1956. Maturity of Colorado spruce cones. *Forest Science*. 2 (1): p 1956.

Cram, W. H. y H. A. Worden. 1979. Maturity of maple and ash seed. USDA Forest Service. Tree Plants's. Notes. 30 (4): 17-19.

Diario Oficial de la Federación. 1994. Norma Oficial Mexicana NOM-059 ECOL. Tomo CDLXXXVIII N° 10. México, D. F. Mayo 16. 60 p.

Dorman, K. W. 1976. The genetics and breeding of southern pines. USDA Agriculture Handbook n° 471.

Edwards, D. G. W. 1978. Maturity and seed quality. In: Proceedings: Flowering and seed development in trees: a symposium. Ed. by Frank Bonner. Mississippi State University. May 15-18. pp 233-263.

Fechner, G. H. 1978. The biology of flowering and fertilization. In: Proceedings flowering and seed development in trees: a symposium. Ed. by Frank Bonner. Mississippi State University. May 15-18. pp 1-24.

Fogal, W. H. y I. S. Alemdag. 1989. Estimating sound seeds per cone in white spruce. *Forestry Chronicle*. pp 266-270.

Franklin, E. C. 1970. Survey of mutant forms and inbreeding depression in species of the family pinaceae. USDA. Forest Service Southeast. Forest Service. Experiment Station. Res. Pap SE-61. 21 p

Furnival, G. M. 1961. An index for comparing equations used in constructing volume tables. *Forest Science*. 7: 337-341.

Gordon, A. G. 1992. Seed dormancy, seed treatment and seed sowing. Forestry Commission. Bulletin 83. Seed Manual for Forest Trees. pp 116-121.

INEGI, 1997. Carta topográfica G14C24. Ramos Arizpe. Escala 1:50,000.

Krugman, S. L. y J. L. Jenkinson. 1974. *Pinus* L. pine. In seeds of woody plants in the United States. USDA, Forest Service. Agriculture Handbook N° 450. pp 598-638.

- Little, T. M. y F. J. Hills. 1989. Métodos estadísticos para la investigación en agricultura. México, D. F. Trillas. 270 p.
- Maki, T. E. 1940. Significance and applicability of seed maturity indices for ponderosa pine. *Journal of Forestry*. 38 (1): 55-60.
- McLemore, B. F. 1962. Predicting seed yields of southern pine cones. *Journal of Forestry*. 60 (9): 639-641.
- Mirov, N. T. 1967. *The Genus Pinus*. Press. New York. Ronald. 601 p.
- Niembro, R. A. 1986. Mecanismo de reproducción sexual en pinos. México, D. F. Limusa. 130 p.
- Patino, V. F. 1973. Floración, fructificación y recolección de conos y aspectos sobre semillas de pinos mexicanos. *Bosques y Fauna*. (México) 10 (4): 20-30.
- Plancarte, B. A. 1988. Rendimiento de semilla de dos procedencias de rodales de *Pinus greggii* Engelm. Chapingo México. Centro de Genética Forestal. Nota técnica N° 2. 4 p.
- Robert, P. M-F. 1981. Deux nouveaux pins pignons du Mexique. *Bull. Mus. Natn. Hist. Nat. Paris 4e Sér.*, 3, section B, Adansonia, n° 1: 61-73.
- Robert, P. M-F. 1982. Les Forêts de *Pinus cembroides* s.l. au Mexique.. Etude phytogéographique et écologique. Mission Archéologique et Ethnologique Française au Mexique. *Etudes Mésoaméricaines II-5* (Editions Recherche sur les Civilisations, Cahier n° 9) Paris. 373 p.
- Vanclay, J. K. 1994. Modelling forest growth and yield, applications to mixed tropical forests. Cab international. Wallingford, UK. 312 p.
- Willan, R. L. (Com.). 1991 Guía para la manipulación de semillas forestales; con referencia especial a los trópicos. 20/2. Roma, FAO. 502 p.



Fenología de especies forestales prioritarias en Honduras

Angel Bárcenas'

INTRODUCCION

El objetivo del presente estudio es brindar una guía fenológica para predecir la época de recolección de frutos y/o semillas para cada una de las especies forestales prioritarias en Honduras. El interés de este trabajo es su aplicación práctica por el personal técnico involucrado en la planificación y recolección de cosechas oportunas a un bajo costo.

MATERIALES Y METODOS

A partir de 1987 se inicia la recolección de datos, para lo cual se diseñó el presente formulario:

Fecha	Especie	Flor A/C	Fruto V/M	No. de árboles	Observaciones
23/1/88	<i>Gliricidia sepium</i>	C	--	20	
23/2/88	<i>Gliricidia sepium</i>	A	V	20	
23/3/88	<i>Gliricidia sepium</i>	-	M	20	Cosecha óptima
23/4/88	<i>Gliricidia sepium</i>	-	M	20	Cosecha óptima finalizando

Flor: A: abierta C: cerrada
Fruto: V: verde M: maduro

Durante todos los años se han recolectado los datos en la misma procedencia y en los mismo árboles.

PROCEDENCIAS Y ESPECIES OBSERVADAS

PROCEDENCIA : JESUS DE OTORO

Datos Ecológicos

Latitud: 14° 29'
Longitud: 87° 58'
Altitud 550 msnm
Pluviosidad: 1.130 mm
Temp. Promedio anual: 24.9 °C
Meses secos: 5.5
Suelo: Lithosol
P.H.: 6.0

Especies observadas

- *Cassia siamea*
- *Cassia grandis*
- *Ceiba pentandra*
- *Enterolobium cyclocarpum*
- *Gliricidia sepium*
- *Swietenia humilis*
- *Simarouba glauca*

PROCEDENCIA : RIO LINDO

Datos Ecológicos

Latitud: 14° 54'
Longitud: 87° 50'
Altitud 500 msnm
Pluviosidad: 2,700 mm
Temp. Promedio anual: 23.3 °C
Meses secos:
Suelo: Andosol
P.H.: 4.5

Especies observadas

- *Cedrela odorata*
- *Cordia alliodora*
- *Tectona grandis*

PROCEDENCIA : LA LIMA

Datos Ecológicos

Latitud: 15° 27'
Longitud: 87° 56'
Altitud 26 msnm
Pluviosidad: 1,448 mm
Temp. Promedio anual: 25.4 °C
Meses secos: 2
Suelo: Andosol
P.H.: 6.0

Especies observadas

- *Gmelina arborea*

PROCEDENCIA : LANCETILLA

Datos Ecológicos

Latitud: 15° 44'
Longitud: 87° 26'
Altitud 60 msnm
Pluviosidad: 2,516 mm
Temp. Promedio anual: 25.5 °C
Meses secos:
Suelo: Lithosol

Especies observadas

- *Swietenia macrophylla*
- *Tectona grandis*

PROCEDENCIA : LOS ALPES

Datos Ecológicos

Latitud: 14° 29'
Longitud: 87° 45'
Altitud 1,080 msnm
Pluviosidad: 1,101 mm
Temp. Promedio anual: 21.1 °C
Meses secos: 4.5
Suelo: Lithosol
P.H. 5.0

Especies observadas

- *Liquidambar styraciflua*
- *Sizygium jambos*

PROCEDENCIA : LA ESPERANZA

Datos Ecológicos

Latitud: 14° 13'
Longitud: 88° 10'
Altitud 1,500 msnm
Pluviosidad: 1,363 mm
Temp. Promedio anual: 17.3 °C
Meses secos: 4
Suelo: Andosol
P.H. 4.5

Especies observadas

- *Liquidambar styraciflua*
- *Cupressus lusitanica*

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos se muestran en el Cuadro adjunto.

- Durante 12 años se visitaron las procedencias en la misma época del año y no se detectan diferencias significativas en los períodos de floración y fructificación.

- Es probable que para los siguientes años se observen ligeros cambios principalmente por el aumento en la precipitación y la temperatura. Por lo que este tipo de estudios deberán tener continuidad.

Escuela Nacional de Ciencias Forestales

Fenología de especies forestales prioritarias en Honduras

#	Nombre científico	Nombre común	Floración, fructificación y recolección													
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
1	<i>Albizia caribaea</i> (Urban) Britton y R.	Guanacaste Blanco		****											XXXX	XXXX
2	<i>Albizia guachapele</i>	Carreto real				****									XXXX	XXXX
3	<i>Alvaradoa amorphoides</i> Liebm.	Zorro	XXXX XXXX	XXXX XXXX												
4	<i>Cassia siamea</i> L.	Acacia amarilla	XXXX XXXX	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX XXXX	XXXX XXXX
5	<i>Cassia grandis</i> L.	Carao	xx xx	XXXX XXXX	**** ****	**** ****	**** ****									
6	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn	Ceiba	XXXX XXXX		**** ****	**** ****									XXXX XXXX	XXXX XXXX
7	<i>Cedrela odorata</i> L.	Cedro real	XXXX XXXX			**** ****										
8	<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz y Pav) Oken	Laurel blanco	xx xx	XXXX XXXX		**** ****										
9	<i>Castuarina</i> sp.	Pino australiano				**** ****				XXXX XXXX	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****			
10	<i>Cupressus lusitanica</i> . Miller	Cipres								XXXX XXXX	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****	XXXX ****		
11	<i>Delonix regia</i> (Bojer) Raf.	Acacia roja	****	****	****	****										
12	<i>Enterolobium cyclocarpum</i> (Jacq) Griseb	Guanacaste	XXXX XXXX	XXXX XXXX		****										
13	<i>Gliricidia sepium</i> (Jacq) Steud	Madreado	XXXX XXXX	XXXX XXXX	****	****	****									
14	<i>Gmelina arborea</i> Roxb	melina			****	****	****	XXXX						XXXX		
15	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Liquidambar		XXXX XXXX	XXXX XXXX									XXXX	XXXX	

xxxx = Floración

**** = Fructificación y recolección

#	Nombre científico	Nombre común	Floración, fructificación y recolección													
			ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC		
16	<i>Swietenia macrophylla</i> King	Caoba del Atlántico	****	****		XXXX XXXX	XXXX XXXX									
17	<i>Swietenia humilis</i> Zaccarini	Caoba del Pacífico		****	****	XXXX XXXX	XXXX XXXX									
18	<i>Samanea saman</i> Jacq Benth	Carreto	XXXX XXXX	****	****	**								XXXX XXXX		
19	<i>Simarouba glauca</i> D.C.	Negrito	XX XX	XXXX XXXX				****								
20	<i>Syzgium jambos</i> L.	Manzana rosa		XXXX XXXX	XX XX			****					XXXX XXXX			
21	<i>Tectona grandis</i> L.F.	Teca	**	****	****											
22	<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol) oc	Macuelizo		XXXX XXXX	XX XX**	****										
23	<i>Thouandium decandrum</i> (Humb. y Bonpl)	Pescadillo	XXXX XXXX		****											
24	<i>Lochysia guatemalensis</i> Sprangue	San Juan											****	****		

Investigación en fenología y manejo de frutos y semillas en especies forestales nativas del trópico húmedo en la zona Atlántica de Costa Rica.

Carlos Luis Sandi Ch. ¹

INTRODUCCION

Poco más del 24 % del territorio de Costa Rica está bajo alguna categoría de protección gubernamental y existen alrededor de 600.000 ha. registradas como reservas privadas, que cuentan con bosques naturales. Se puede decir que hay un importante banco in situ de recursos genéticos forestales; pero resulta que muchas especies nativas de interés comercial, no se encuentran dentro de esos sitios o, al menos, se encuentran en limitadas cantidades las cuales no garantizan contar con fuentes semilleras de esas especies a mediano o largo plazo. En 1990 se inició la búsqueda de árboles semilleros que cumplieran con las características deseables de porte, calidad, y sanidad, y así darles seguimiento a la fenología para la provisión de semillas. Al inicio fue relativamente fácil, ya que muchos ejemplares estaban en fincas privadas pero los propietarios los talaron para vender su madera, y cada vez fue más difícil el acceso a estas especies. Aún así, se cuenta con una importante masa boscosa dentro de la Escuela de agricultura de la región Tropical Húmeda (EARTH), de la cual se cosechan semillas de algunas especies, según orden de prioridad: maderables, uso múltiple, protección de cuencas y alimentación de fauna silvestre, medicinales, ornamentales y para usos alternativos tales como fuentes de energía.

En 1985 la Dirección General Forestal (DGF) y la Organización para Estudios Tropicales (OET) iniciaron, mediante un convenio de cooperación, una serie de ensayos con especies forestales nativas del trópico húmedo de Costa Rica en la Estación Biológica La Selva, situada en Puerto Viejo de Sarapiquí, Heredia. Muchos datos producto de la investigación fueron recopilados por el Ing. Mariano Espinoza, y se publicaron en la memoria del Encuentro Regional de la Zona Norte y Atlántica de Costa Rica (1992). Años más tarde, la misma OET instala unos ensayos en la Zona Sur de Costa Rica, vertiente del Pacífico, y publican otra serie de datos, esta vez recopilados por el Dr. Eugenio González.(OET 1992).

Se puede decir que así se inician formalmente los ensayos con especies forestales nativas, ya que anterior a estos, lo que existen son aislados ensayos y poco documentados como para brindar la información necesaria a los reforestadores del país, e insuficientes como para evacuar dudas de investigadores y estudiantes forestales. Sin embargo existe gran cantidad de material publicado sobre especies exóticas tales como la melina, la teca, los eucaliptos, pinos, ciprés, leucaena, acacias, etc. disponible en la Biblioteca del CATIE, así como los estudios de especies forestales nativas del Trópico Seco, Janzen (1991) y la Ing. Marielos Molina, ambos del Area de Conservación Guanacaste (ACG-MINAE) (Molina 1989).

Aprovechando la experiencia generada por estos ensayos de la DGF y la OET, la EARTH firmó en 1990 un acuerdo de cooperación con OET para la instalación y capacitación de personal dedicado a la producción de especies forestales nativas; este documento resume tan solo una parte de los resultados obtenidos a la fecha.

DESARROLLO DEL TEMA

Para iniciar las investigaciones, en 1990 fue instalada el area de viveros y germinadores forestales en el campus de la EARTH en Las Mercedes de Guácimo (10° 12' N, 83° 37' O) Provincia de Limón, Costa Rica. La temperatura media anual es de 26 ° C con una mínima de 21° C y una máxima de 30,5° C; la precipitación media anual es de 3500 mm y la altura varía entre los 40 a 100 msnm se clasifica como bosque húmedo tropical (Holdridge *et al* (1997). Los suelos son aluviales, con un pH de 4,1 a 4,8.

La selección de las especies se basó en los resultados de los estudios obtenidos en Sarapiquí, Costa Rica, por la OET y algunas otras especies fueron tomadas en cuenta dada su presencia e importancia en la zona antes mencionada y también por recomendaciones de reforestadores y técnicos forestales que laboran en proyectos de ONG's y finqueros particulares.

Gracias a las recomendaciones del CATIE y siguiendo el uso del formulario de selección de árboles semilleros y

sugerencias del Banco de Semillas CATIE y de los recolectores de la OET, procedimos a marcar los ejemplares mejores tanto dentro como fuera del campus, con el alto riesgo de perder muchos árboles ubicados en fincas privadas, que, a pesar de la palabra del propietario, no existe legalmente una garantía de su permanencia como árbol portador, a no ser que se incluya dentro de un plan de manejo aprobado por el MINAE.

De las especies más difíciles de ubicar, ya sea por escasas o por sobre explotadas, se lograron marcar un mínimo de 30 individuos, lo cual garantiza la variabilidad genética del material.

En cuanto a las épocas de floración y fructificación se puede decir con cierta propiedad que varía año con año; depende mucho de las condiciones climáticas, lo mismo con las cantidades y calidades de la producción de frutos y semillas viables por árbol y por especie.

En los 10 años de observaciones y pruebas se ha conformado un listado con las principales especies utilizadas (Cuadro 1), dada su demanda en el vivero por parte de reforestadores y finqueros. Algunas de las especies utilizadas en las pruebas no están anotadas, ya que falta información o no tienen mucha demanda.

Las especies de mayor demanda año con año son: *Cordia alliodora* (laurel) aunque durante 1996-1999 bajó notablemente su venta por causa de los resultados en plantación, ya que exige buen drenaje y suelos profundos. Las *Vochysias guatemalensis, allenii* y *ferruginea*, han experimentado un notable auge, ya que crecen muy bien en malos suelos, crecen rápido y con buena forma, lo que llama la atención de los finqueros, aunque no mucho la de los madereros aún, por su calidad de madera. El *Hieronyma alchorneoides* y *H.oblonga* son dos especies muy prometedoras, ya que su madera es de alta resistencia y su crecimiento es excelente en suelos pesados y de mal drenaje. El *Dipteryx panamensis* también ha sido muy solicitado, ya que la madera es escasa y de gran calidad para trabajos pesados. La especie crece rápido, al menos en altura y presenta una alta tasa de sobrevivencia en el campo. La *Terminalia amazonia* ha logrado llamar la atención por su gran adaptación a los suelos pobres de la zona, por la calidad de su madera y por su crecimiento relativamente rápido. Una especie que se utiliza bastante para reforestar, aunque en los tres primeros años es muy lenta en crecimiento, es *Calophyllum brasiliense*.

Otra serie de especies se pueden clasificar como de mediana demanda y son la mayoría, ya que no se conoce mucho de ellas y se utilizan para repoblar ciertas áreas de pastizales abandonados o enriquecimiento de charrales o tacotales y de bosques secundarios, para así mantenerlas en existencia y en observación en parcelas permanentes de muestreo.

Otro grupo son especies que no presentan ningún tipo de demanda, o sea, las despreciadas por los finqueros y reforestadores, por su madera de mala calidad, formas irregulares o un mantenimiento en podas muy alto, tal es el caso del *Stryphnodendron microstachyum*, el *Abarema idiopoda*, el *Vitex cooperii* y el *Simira maxonii*.

Respecto a la cantidad de frutos recolectados y su manejo o escarificación, la mayoría de especies utilizadas no presentan mayores problemas para germinar, solamente que para obtener una germinación homogénea se ha tratado de desarrollar mejores técnicas, sencillas y de bajo costo.

Por ejemplo, con la especie *Zanthoxylon kellermanii*, conocida localmente como lagarto, las semillas poseen un aceite espeso y pegajoso que permite a la semilla mantener su contenido de humedad y ser impermeable al exterior, lo cual retarda la germinación, en este caso se procedió a limpiarlas con detergente para obtener uniformidad y se ha logrado buenos resultados. En el caso del *Calophyllum brasiliense* se ha logrado limpiar más cantidad de semilla con solo presionar los frutos con dos superficies planas, tipo prensa, y el resto de la limpieza es manual con abundante agua. Para las semillas pequeñas como el *Hieronyma alchorneoides*, se logran buenos resultados de germinación al licuarlas ligeramente y luego dejarlas en agua limpia tres días, cambiando diariamente el agua. Muchas de las semillas grandes, como el *Dipteryx panamensis*, *Lecythis ampla*, *Anacardium excelsum*, *Virola koschmyi*, *Carapa guianensis*, y *Pentaclethra macroloba*, solamente han requerido abundante humedad y sombra, ya que no ha dado resultados alentadores el colocarlas al sol por un lapso corto como sucede con otras especies.

Otra de las limitantes son los tiempos de germinación, ya que especies como *Sacoglottis trychogyna* y *Goethalsia meiana* junto con *Lecythis ampla*, se demoran bastantes meses para germinar bajo condiciones ambientales normales, ya que inician a los siete meses y completan a los nueve, otras tardan medianos periodos, tales como *C. brasiliense*, 45 días para iniciar la germinación.

Para el número de semillas por kg se tomaron ocho muestras de 100 semillas cada una, según lo determina la International Seed Testing Association (ISTA 1976) Los contenidos de humedad varían desde los 13 hasta los 67 %. Especies como *L. Ampla* tienen un promedio de 160 semillas por kg mientras que otras como *Miconia multispicata* tiene hasta 635.000 semillas por kg y *C. candidissimum* reportó hasta 3 millones de semillas por kg.

Las camas de germinación contienen como sustrato arena lavada y reciben riego dos veces diarias, a las 6 am y a las 2 pm. Los métodos de recolección van desde mantas o sarán en el suelo hasta escalar los árboles mediante cuerdas de

alpinismo y equipos especiales. Muchos de los equipos son de alto costo pero se compensa con el valor de cada kg de semillas en el mercado nacional, por ejemplo, un kg de *S. macrophylla* tiene un valor de 100 dólares americanos actualmente.

La venta de semillas no ha sido considerada en este trabajo, ya que toda la semilla colectada se utiliza en la institución, se dona a viveros comunales o proyectos de investigación ; más bien se requiere de germoplasma de otras instituciones tales como el CATIE, el ITCR, y la Cámara Forestal.

Las principales investigaciones hasta ahora recopiladas de semillas y las mismas especies forestales nativas se han publicado en la Revista Árboles y Semillas del Neotrópico, Flores (1992) y se han editado hasta el momento cuatro volúmenes con varias especies cada uno, además de varias tesis de grado elaboradas tanto dentro como fuera del país.

Estos aportes han constituido una pieza vital para la conservación del recurso bosque, y ya las mismas autoridades del gobierno han determinado cuales especies están en mayor peligro de desaparecer (Cuadro 1).

Cuadro 1. Principales especies utilizadas

<i>Anthodiscus chocoensis</i>	CARYOCARACEAE	ajo negro
<i>Caryodaphnopsis burgeri</i>	Lauraceae	quira
<i>Cedrela fissilis</i>	MELIACEAE	cedro real
<i>Cedrela salvadorensis</i>	MELIACEAE	cedro
<i>Copaifera camibar</i>	CAESALPINIACEAE	camibar
<i>Cordia gerascanthus</i>	BORAGINACEAE	laurel negro
<i>Couratari scottmorii</i>	LECYTHIDACEAE	copo o matasano
<i>Guaiacum sanctum</i>	ZYGOPHYLLACEAE	guayacán real
<i>Hymenolobium mesoamericanum</i>	PAPILIONACEAE	cola de pavo
<i>Myroxylon balsamum</i>	PAPILIONACEAE	bálsamo.chirracá
<i>Paramachaerium gruberi</i>	PAPILIONACEAE	sangrillo
<i>Parkia pendula</i>	MIMOSACEAE	tamarindón
<i>Platymiscium parviflorum</i>	PAPILIONACEAE	cristobal o ñambar
<i>Platymiscium pinnatum</i>	PAPILIONACEAE	cristobal
<i>Podocarpus costaricensis</i>	PODOCARPACEAE	cipresillo
<i>Podocarpus guatemalensis</i>	PODOCARPACEAE	pinillo
<i>Sclerolobium costaricense</i>	CAESALPINIACEAE	tostado
<i>Swietenia macrophylla</i>	MELIACEAE	caoba

Hymenolobium mesoamericanum, produce frutos cada 5 y hasta 7 años, y hasta ahora en julio de 1999 se recolectaron frutos y se están realizando estudios sobre su germinación y respuestas en vivero y plantación.

Algunas pruebas y ensayos han ayudado a encontrar semillas de procedencias más resistentes al ataque de plagas y enfermedades, a lo cual contribuyen las investigaciones en genética forestal, como en los caso de *Cedrela odorata* y *Swietenia macrophylla*.

Es importante crear la conciencia en los usuarios de semillas de aprovechar o utilizar las procedencias más acordes con su localidad, ya que muchos proyectos de reforestación han fracasado, como ha sucedido con la especie *Cordia alliodora*, pues utiliza semilla proveniente de otra zona de vida ecológica, con las consecuencias de que no desarrolla la plantación con lo programado, específicamente semilla de laurel de Guanacaste no crece igual plantada en el Atlántico.

Se determinó que la especie *Virola koschnyi* demuestra muy poca o casi ninguna tolerancia a los cambios de temperatura y humedad, ya que se coloca para germinar inmediatamente es colectada del árbol, y al día siguiente o máximo dos días, ya presenta muy baja capacidad de germinación.

CONCLUSIONES

Aprovechando los conocimientos adquiridos por diversos trabajos en diferentes instituciones y personas, debemos encontrar el punto de equilibrio mediante el cual tanto los propietarios de terrenos con árboles semilleros, los colectores, bancos de semillas y usuarios podamos pagar un precio justo para un valor real por cada kilogramo de semilla y por otra parte, sentar las bases para las responsabilidades en cuanto a calidad de las distintas procedencias y fuentes semilleras utilizadas, ya que solamente así se podrá garantizar, que las plantaciones logren desarrollar con éxito y no simplemente desechar o

descartar especies por una mala selección del material. Es importante contar con bancos de semillas que ofrezcan cierta variedad de especies y procedencias y que en el caso de las especies cuyas semillas son recalcitrantes, se pueda programar una colecta por demanda anticipada, mediante el pago de un depósito de garantía o un sistema de información para canje y venta en cada época de cosecha.

La reforestación se ha visto limitada básicamente por la escasez de material de calidad, en el caso de las especies forestales nativas por supuesto. En el país ya se ha logrado avanzar mediante los diferentes eventos que ha patrocinado el Banco de Semillas Forestales del CATIE y el Programa de Semillas Forestales PROSEFOR-CATIE-DANIDA. Por otra parte, debe de existir un compromiso firme por parte de los bancos de semillas, de intentar rescatar las especies amenazadas o en peligro de extinción, ya que existen varios manuales que las identifican claramente (Jiménez 1993 & SSC/UICN 1996) Por parte del Gobierno de Costa Rica, ha logrado publicar en el diario oficial La Gaceta, cuales especies están vedadas a consecuencia de la sobre explotación (SINAC-MINAE 1998). Se ha logrado documentar el nivel de amenaza o peligro de extinción en varios trabajos del Instituto Nacional de Biodiversidad (INBIO) como en el caso de las 18 especies vedadas aquí anotadas.

La EARTH planea proseguir la reforestación con especies forestales nativas en los pastizales abandonados y en antiguos bananales, para lo cual se ha obtenido el apoyo financiero de la Comunidad Europea y de Holanda, además de dedicar proyectos al secuestro de CO² con asesoría del Centro Científico Tropical (CCT) (Alpizar *et al* 1997), y continuar con las labores de los viveros y germinadores instalados permanentemente para tales fines, así como apoyar todo esfuerzo tendiente a mejorar la calidad del germoplasma.

REFERENCIAS

Alpizar, E.; Arias, D.; Echeverría, J. 1997. Reforestation project of abandoned banana areas at EARTH's farm, under the framework of jointly implemented activities. San José, Costa Rica. Tropical Science Center. 22p.

Arias, D. 1992. Recopilación de información silvicultural sobre 21 especies maderables nativas de la región huetar norte de Costa Rica. Alajuela, Costa Rica. COSEFORMA.

Arguedas, M. 1997. Plagas de semillas forestales en América Central y el Caribe. Turrialba, Costa Rica. CATIE: 120 p.

Carpio, I. 1992. Maderas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 338 p.

Encuentro regional sobre especies forestales nativas de la zona Norte y Atlántica de Costa Rica. 1992. Memoria. Asociación Costarricense para el Estudio de las Especies Forestales Nativas (ACEN). Sarapiquí, Heredia, C.R. Estación Biológica La Selva. OET. 86 p.

Encuentro sobre especies forestales. 1992. Memoria. Ed. por D. Nichols & E. González. San Vito de Coto Brus. Organización para Estudios Tropicales OET. San José, Costa Rica. OET/UNED/DGF. 73 p.

Flores, E. 1992. Árboles y Semillas del Neotrópico. Museo Nacional C.R. San José. Vol. 1-4 (1992-1995).

Flores, E. 1995. Semillas forestales tropicales: morfofisiología, comportamiento en almacenamiento y germinación. *In* Simposio sobre avances en la producción de semillas forestales en América Latina (1995, Managua, Nicaragua) Resúmenes. CATIE. Turrialba. 397 p.

González, E. *et al.* 1990. Crecimiento y comportamiento de *Carapa guianensis* Aubl. En plantación a campo abierto. BRENESIA. C.R. 35. E.p.

Holdridge, L.; Poveda, L.; Jiménez, Q. 1997. Árboles de Costa Rica. San José. Centro Científico Tropical. 522 p.

Jansen, D. 1991. Historia Natural de Costa Rica. San José, C.R. Organización para Estudios Tropicales & Editorial Universidad de Costa Rica. 822 p.

Jiménez, Q. 1993. Árboles maderables en peligro de extinción en C.R. San José. INCAFO. 121 p.

Lemckert, D. 1978. Instalación y manejo de viveros forestales. San José. PNUD/FAO. Doc. # 12.

Ochoa, O. 1993. Memorias de la II convención Centroamericana de semillas forestales. Siguatepeque, Honduras. 322 p.

Rojas, F. 1994. Viveros Forestales. Cit-ITCR. # 23. Cartago, C.R. 181 p.

Sánchez, P. 1983. Flórmula del P.N. Cahuita. San José. C.R. UNED. 377 p.

Tarima, J. 1997. Manual de Viveros. 2a. Ed. CIAT. Bolivia. 134 p.

Trujillo, E. 1997. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. CEDETRABAJO. 151 p.

UICN/SSC. 1996. Matamoros, Y. y U.S. Seal, Editores. Report of threatened plants of Costa Rica workshop, 4-6 October. Conservation Breeding Specialist Group: Apple Valley, MN.

Fenología de *Magnolia cubensis* Urb. spp *acunae* Imch en bosque pluvial montano, Cuba.

Orlidia Hechavarría¹
Juan Miguel Montalvo
Arelis García

INTRODUCCION

Es frecuente encontrar una pobre comprensión de los sistemas biológicos en la mayoría de los estudios dedicados a la silvicultura, por tal motivo el estudio sistemático de los procesos fisiológicos ofrece la información básica necesaria para el adecuado manejo del recurso, ya que se fundamenta en las variaciones fisiológicas y sus relaciones e interacciones con el medio ambiente biótico o abiótico. (Bello 1988).

Los organismos responden a los cambios ambientales, por lo que las plantas pueden ser consideradas indicadores de éstos cambios, por lo cual se requiere superponer las observaciones fenológicas tomadas en el campo con el registro de variables climáticas, con el fin de establecer posibles relaciones causales.

Estas observaciones fenológicas realizadas durante mucho tiempo permiten determinar la variación anual de las diferentes especies en la comunidad y establecer conclusiones muy útiles en el campo de la investigación científica.

Entre sus ventajas la fenología es útil para la conservación de las especies en peligro de extinción, porque permite conocer la época de recolección de semillas, con vista a salvaguardar las especies (Albert 1993).

La región de Tope de Collantes se caracteriza por un bosque pluvial montano donde existen especies endémicas y amenazadas de desaparecer si continúan las cortas indiscriminadas, gravitando en la disminución del tamaño de su área de distribución y en la reducción de su variación genética; por estas razones es necesario conocer la fenología de las especies que forman ese ecosistema entre las que se encuentra la especie objeto de estudio.

METODOLOGIA

Este árbol, es elevado pertenece a la familia Magnoliaceae y crece sobre suelo ácido (Bisse 1988). Se propaga por semillas, su buena madera es dura, compacta, elástica, muy preciada para toda clase de carpintería, textura media y grano recto (Roig 1988). Para estudiar el comportamiento fenológico de la especie se seleccionaron diez ejemplares con plena capacidad reproductiva. Las observaciones se realizaron semanalmente en las fenofases: brotación, defoliación, floración y frutos maduros junto a esto se tomaron los datos macro climáticos: Precipitaciones (mm), temperaturas (máximas, mínimas y medias) y humedad relativa (%), con el objetivo de analizar la posible relación clima-fenofase durante el período evaluado, ya que según Ramia (1981) estos son los parámetros más importantes a medir en la estacionalidad de los trópicos.

La localidad presenta lluvias casi todo el año, siendo los meses de diciembre- abril los menos lluviosos y mayo - noviembre los más lluviosos, las temperaturas medias son de 21°C, las precipitaciones medias de 2008 mm y la humedad relativa entre 85-95 %. El suelo es ferralítico rojo amarillento sobre esquistos micáceos.

RESULTADOS Y DISCUSION

Actividad vegetativa. La formación de hojas nuevas durante 1989 comenzó a principios de marzo, haciéndose masiva en el propio mes y extendiéndose hasta junio; ésta fue antecedida por la caída de hojas en el mes de febrero. En 1990 esta fenofase ocurrió entre enero y mayo, con la mayor masividad entre los meses de enero y febrero pero coincidió con la caída de hojas. En diciembre se produjo una defoliación más intensa, la brotación y la caída de hojas coincidieron. En 1991 el período de brotación fue débil, desde el mes de marzo, haciéndose más o menos masiva desde mediados de marzo declinando a finales de abril; en esta misma época ocurrió la caída de hojas.

La actividad vegetativa de los años 1992-1994 fue más activa, la brotación de este primer año ocurrió entre el mes de marzo y mayo con la mayor masividad en marzo,

¹Proyecto de Fenología Forestal. Cuba

pero esta masividad fue débil, y estuvo antecedida de una caída de hojas en febrero. En este propio año se produjo una segunda defoliación en los meses de octubre y noviembre. El año 1993 se caracterizó porque la caída de hojas y la brotación se solaparon en marzo y la brotación continuó hasta abril. En 1994 ocurrieron dos brotaciones; la primera entre abril y mayo y la segunda entre julio y agosto ambas con una masividad media. Antecediendo a estas foliaciones los árboles presentaron una marcada caída de hojas en enero y otra en junio, manteniéndose los árboles algo defoliados (alrededor de un mes). Durante 1995 las mayores defoliaciones comenzaron en abril, que coincidió con la brotación, esta caída de hojas se extendió hasta junio y concluida la misma se produjo una brotación débil que compensó la intensidad de la caída de hojas anterior, en 1996 la mayor defoliación ocurrió en marzo, y a partir de abril comenzó la brotación. En 1997 la defoliación y la brotación coincidieron en enero, aunque no coincidió con la defoliación masiva como en años anteriores, por lo que durante el mes de marzo la ausencia de hojas fue más marcada al haber más defoliación que brotación. Otra defoliación se produjo desde junio hasta septiembre.

Los resultados de los estudios realizados demuestran que los árboles no quedan sin hojas en ningún momento (Fig. 1), comportándose como semicaducifolia, según la clasificación de Albert (1993).

Actividad reproductiva. Durante 1989, 1990 y 1991 hubo presencia de flores en los meses de mayo y junio. Sin embargo durante 1992 ocurrieron dos picos de floración en febrero y junio. En 1993 la mayor floración se observó en abril mientras que en 1994 fue en junio.

En 1995 la floración, comenzó en junio y se extendió a septiembre, y se inició con los árboles en plena actividad vegetativa, a diferencia de 1996, cuando comenzó en abril hasta agosto con su mayor masividad en julio y se inició después de la brotación, durante la segunda mitad del período lluvioso. Sin embargo en 1997 comenzó en julio hasta octubre y su mayor floración fue en septiembre. Estos resultados coinciden en parte con Fors (1975), que define la floración de la especie para el mes de junio.

Por lo general la floración de la especie, ocurrió en el período hiperhúmedo a partir de mayo hasta julio pudiendo adelantarse o atrasarse, estos resultados no coinciden con lo planteado por San Roman (1987) donde las floraciones no estacionales por lo regular ocurren en época seca e inmediatamente después de las lluvias, sin embargo ella sugiere que la causa principal no es la cantidad de agua, sino la temperatura.

La aparición de frutos maduros generalmente se producen desde septiembre aunque en 1990 esta fenofase se reportó a partir de mayo y en 1991 comenzaron a madurar desde agosto. La maduración de los frutos en 1990 coincidió con el mes más lluvioso del año (mayo).

Durante 1992-1994 la actividad de fructificación fue intensa. Los frutos maduros en 1994 coincidieron con la recuperación total del follaje de los árboles.

Durante 1997 la masividad de los frutos maduros aumentó cuando los árboles habían recuperado su follaje. Estos resultados no coinciden con los reportados por Fors (1975), que define su maduración en febrero.

La especie en las condiciones de Tope de Collantes florece y fructifica en época lluviosa, pudiendo extenderse hasta diciembre (Fig. 1).

Del análisis de correlaciones canónicas, se obtuvieron las ecuaciones de relaciones entre las variables climáticas y las fenofases, las cuales expresan que probablemente la permanencia de hojas en los árboles está asociada a las bajas temperaturas (esto pasa al bajar la mínima) y cuando la humedad relativa tiende a bajar disminuye la permanencia de hojas en los árboles y las hojas caen.

(fenofases) $Y1 = -0,91h - 0,19n - 0,32f - 0,31m$

(climáticas) $X1 = 0,09 \text{ prec} - 0,74 \text{ tmin} - 0,64 \text{ hrel} - 0,03 \text{ DT}$

Del análisis de correlaciones individuales (Cuadro 1) se obtuvo que:

- a) la permanencia de hojas es beneficiada por la disminución de las temperaturas y elevación de la humedad relativa,

Cuadro 1. Resultados de los análisis de correlaciones individuales

Variables	Hojas adultas	Hojas nuevas	Flores	Frutos maduros
Precipitaciones	0.11	-0.12	0.04	-0.06
T. mínimas	0.33 *	-0.09	0.21 *	-0.04
Humedad relativa.	0.30 *	-0.28 *	-0.07	0.27 *
Variaciones de temperaturas	-0.22*	0.12	-0.10	-0.10

Nivel de significación 5 %

sin embargo cuando las variaciones de temperaturas entre máximas y mínimas disminuyen, las hojas no tienden a caer, aunque es la variable que menos influye.

b) De todas las variables climáticas, sólo la humedad relativa está asociada a la brotación, de tal forma que al disminuir la misma se incrementa la brotación (y se favorece la caída de hojas adultas).

c) La floración y la maduración de los frutos, sólo se vieron influenciadas por una variable climática: temperaturas mínimas y humedad relativa respectivamente, las que a su vez coinciden con las que más afectan la permanencia de hojas.

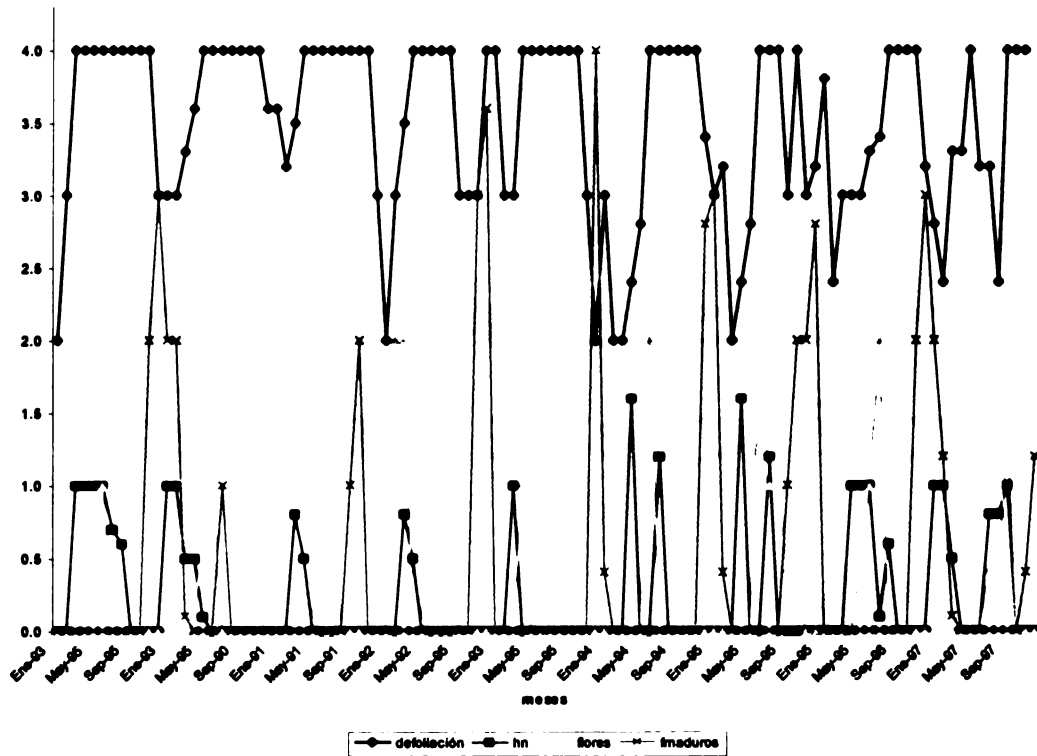


Figura 1. Dendrofenograma de *Magnolia cubensis* Urb. spp. *acunae* Imch. Período 1989-1997, Cuba.

CONCLUSIONES

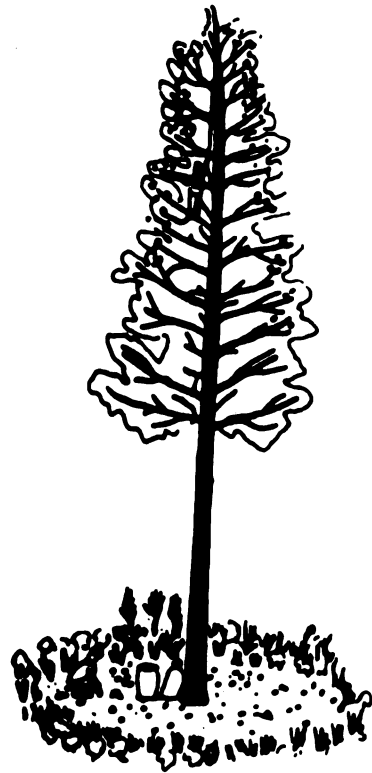
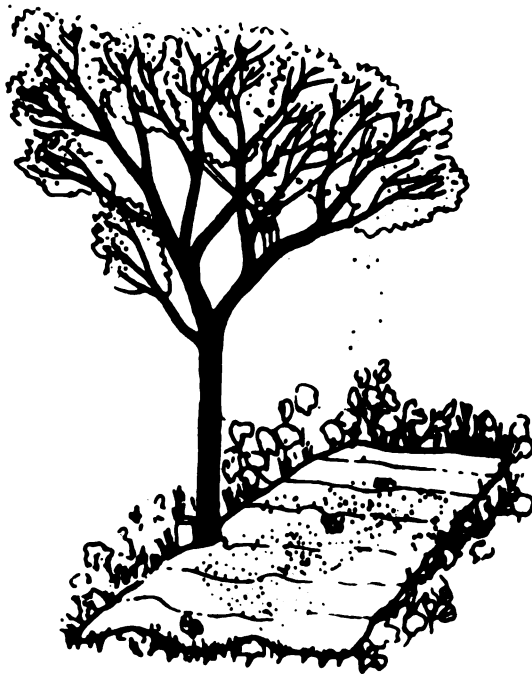
- La especie *Magnolia cubensis* Urb. spp. *acunae* Imch. es semicaducifolia
- Los procesos de defoliación de la especie se produjeron por lo general entre enero-abril, en la época menos lluviosa (húmeda).
- Las brotaciones ocurrieron mayormente entre marzo - junio, al término del período menos lluvioso al más lluvioso.
- La floración tuvo un patrón bastante definido durante el período lluvioso, en mayo-julio.
- La madurez fisiológica de los frutos fue evidente en la estación más lluviosa y se extendió hasta la menos lluviosa (septiembre-diciembre).
- De las variables climáticas estudiadas, las variaciones de temperaturas (ΔT), las temperaturas mínimas y la humedad relativa son los factores que más interactuaron con las fenofases.

REFERENCIAS

- Albert, D., López, A. Y Roudna, M. 1993. Observaciones fenológicas en árboles tropicales. Consideraciones metodológicas. *Fontqueira* 36:257-263
- Bello, M.A. 1988. Consideraciones metodológicas para estudios fenológicos en árboles templados de coníferas. *Ciencia Forestal* 13(14): 89-109
- Bisse, J. 1988. *Arboles de Cuba*. 384pp
- Fors, A. 1975. *Maderas cubanas*. 165pp
- Ramía, M. 1981. Fenología de árboles en bosque deciduo tropical. *Memorias Sociedad Ciencias Naturales La Salle* 115:9-33.
- Roigt, J.T. 1988. *Diccionario botánico de nombres vulgares cubanos*. (Tomo I y II). 1142 pp.
- San Roman, L. 1987. Observaciones fenológicas en un bosque secundario premontano muy húmedo en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. S. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. 170pp.

Tema II

Producción de semillas y mejoramiento genético



Selección de árboles plus de frijolito *Schizolobium parahybum* para mejorar genéticamente la especie en Santander - Colombia.

Edgar Maldonado Bautista¹
Milagro León Escobar Múnera²

INTRODUCCION

El frijolito, *Schizolobium parahybum*, es una especie nativa desde México hasta Brasil, se desarrolla comúnmente en tierras bajas, con climas húmedos y muy húmedos y en climas secos cerca de los ríos (CATIE 1999). Es un árbol de tamaño grande, en el área de jurisdicción de la CDMB, se han medido árboles hasta 50 m de altura y 76 cm de diámetro (Maldonado 1999). En Colombia y especialmente en el departamento de Santander, esta especie es abundante en el Magdalena Medio y en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Piedecuesta, Rionegro, El Playón, y las partes bajas de Girón y Lebrija (Maldonado 1999).

El frijolito ha adquirido notable importancia en algunos países de América Tropical. En Ecuador, se viene empleando en proyectos de reforestación en las tierras bajas, como fuente de materia prima en la industria de contrachapados, encofrados y construcciones livianas (Montenegro 1986). En Colombia, se han establecido plantaciones por algunas empresas como Triplex Santander, en el municipio de San Vicente de Chucurí (Santander), y la CDMB ha plantado en su área de jurisdicción unas 640 ha en los últimos tres años (CDMB 1996, 1997, 1998).

En gran parte de los programas de reforestación adelantados por la CDMB con esta especie, se han empleado semillas cuya calidad genética es desconocida, ya que se ha obtenido a través de recolectores locales que no han realizado una selección previa de los árboles y la semilla, razón por la cual se está corriendo el riesgo de establecer plantaciones de bajo crecimiento y árboles de poco valor comercial, lo que redundaría en el futuro, en desestímulo a los reforestadores y en la dificultad de generar alternativas para el desarrollo del Sector Forestal en la región Santandereana.

Con esta investigación, se espera iniciar un proceso de mejoramiento genético de la especie, a través del cual sea posible obtener en el futuro, semillas mejoradas que conlleven al establecimiento de plantaciones altamente productivas, a la reducción de la edad de turno de aprovechamiento y a la obtención de árboles de excelente calidad.

METODOLOGIA

Descripción general del área de estudio. El área donde se seleccionaron los árboles de frijolito se localiza en los municipios de Bucaramanga, Floridablanca, Girón, Piedecuesta, Lebrija, Rionegro y El Playón pertenecientes a la Provincia de Soto del departamento de Santander, Colombia, entre los 7° - 01' y 7° - 33' N, y entre 73° - 4' y 73° - 19' de O (IGAC 1977).

Desde el punto de vista ecológico se diferencian dos zonas de vida. La primera, corresponde al bosque húmedo tropical (bh-T), conformada por los municipios de El Playón, Rionegro, y las partes bajas de Lebrija y Girón, con precipitación anual entre 1600 y 2000 mm, temperatura media anual mayor a 24°C y altitud por debajo de los 850 msnm. La segunda, corresponde a una transición del bosque seco tropical (bs-T) al bosque húmedo premontano (bh-PM), conformada por los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta, con una precipitación anual promedio de 1400 mm, la temperatura media anual oscila entre 20 0C y 24 0C, y una altitud entre 850 y 1050 msnm (CORPOICA 1996; CDMB 1981).

Los suelos del área de estudio se dividen en dos aspectos geomorfológicos y topográficos: el primero, corresponde a la terraza de Bucaramanga y la plataforma de Lebrija, caracterizado por un relieve bajo y ondulado, con pendientes variables de 0 a 25%, y muchas zonas degradadas (Federacafé 1996); el segundo, se localiza en los municipios de El Playón y Rionegro en áreas con relieve plano a ondulado y quebrado, pendientes del 3% al 50% y suelos con bajo nivel de fertilidad (IGAC 1973).

¹ Estudiante tesista de la Universidad Industrial de Santander-Seccional Málaga, departamento de Santander-Colombia.

² Ingeniero Forestal M. Sc., Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga-CDMB-, Bucaramanga-Santander, Colombia.

Selección de árboles candidatos. El método empleado en la selección de los árboles, fue el "sistema de puntaje subjetivo", el cual suele ser más apropiado para latifoliadas, en donde los árboles se encuentran en rodales multietáneos y dispersos y se desconoce el origen ancestral (Zóbel y Talbert 1988). La selección se realizó únicamente con base en sus fenotipos, a través de un puntaje subjetivo que se asignó al árbol candidato y a los cinco árboles vecinos o comparadores más grandes, ubicados en lo posible a una distancia no mayor de 25 m y que hubieren crecido en condiciones similares al árbol candidato.

Las características empleadas en la evaluación de los árboles de frijolito, (Cuadro 1) fueron aquéllas que según la morfología del árbol correspondieran a la mejor combinación de importancia económica y de heredabilidad con mayor influencia en la producción de madera de buena calidad, objetivo principal del mejoramiento genético de esta especie.

- La rectitud del fuste es la más importante, ya que presenta una heredabilidad intermedia (Zóbel y Talbert 1988) y no está influenciada por las condiciones del sitio; además, la calidad de la madera se mejora notablemente con la rectitud. Debido a estas circunstancias ésta característica tiene mayor peso económico. Se consideró subjetivamente para el árbol candidato individual y no se comparó con los testigos. Los puntajes asignados a cada rango de rectitud se ilustran en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Agrupación de las características empleadas para la evaluación de los árboles de frijolito *Schizolobium parahybum*.

CATEGORIA	CARACTERISTICA
Calidad del fuste	1. Rectitud 2. Bifurcación 3. Bambas 4. Volumen
Ramificación	5. Diámetro de las ramas 6. Angulo de las ramas
Fitosanidad	7. Presencia de plagas y enfermedades

- La bifurcación corresponde a la altura del tallo o fuste en el cual se diferencia un eje principal y es una característica con alto valor económico, ya que puede limitar la producción de madera comercial. La clasificación y puntaje se ilustran en el Cuadro 2.

- Las bambas, se definen como las protuberancias o aletones que se presentan en la base de los árboles, las cuales son muy comunes en el frijolito. Si se desarrollan estas bambas en los árboles se disminuye la madera

comercial, de allí la importancia económica de esta característica. Desde el punto de vista del mejoramiento genético, es importante seleccionar individuos con poco o ningún desarrollo de bambas, con los cuales será posible en el futuro obtener descendencias con mayor calidad de fuste. La clasificación y puntaje empleados en este estudio se ilustran en Cuadro 2.

- El volumen del fuste una de las características más importantes en la mayoría de los programas de mejoramiento genético cuando el objetivo es la producción de madera (Willam 1984). Sin embargo, cuando la selección de los árboles se realiza a partir de rodales naturales sin manejo, se presenta baja heredabilidad (Zóbel y Talbert 1988), ya que existen algunos factores como la diferencia de edad y el micrositio que influyen en el crecimiento.

Para la obtención del volumen comercial se empleó una fórmula sugerida por Lema (comunicación personal), cuya ecuación se describe de la siguiente manera:

$$V_c = (\pi/40.000).(Dap^2. h_c) .F \quad (1)$$

Donde:

- V_c : Volumen comercial en m³
- dap : Diámetro del árbol medido en cm a 1.3 m sobre el nivel del suelo
- h_c : Altura comercial en m (altura a la cual no se define un fuste principal)
- F : Factor de forma, el cual se consideró de 0.7, de acuerdo con investigaciones desarrolladas por la empresa Plywood Endesa del Ecuador (Quiroz, comunicación personal).

- El diámetro de las ramas y ángulo de las ramas se evaluaron subjetivamente en cada árbol (seleccionado y testigos) según los rangos que se ilustran en el Cuadro 2.

- El estado fitosanitario, considerado como la presencia o ausencia de enfermedades o daños por insectos, se evaluó como todo o nada en árboles candidatos, mientras que los testigos se calificaron según los criterios establecidos en el Cuadro 2.

Evaluación de los árboles plus. Una vez calificados los árboles candidatos con sus respectivos testigos, se procedió a la comparación de los valores encontrados en cada una de las características del árbol candidato con el valor promedio de los árboles testigos. En el caso de la rectitud, la bifurcación y las bambas, los valores corresponden a los asignados subjetivamente al árbol candidato sin ser comparado con los testigos. La fitosanidad se valoró como todo o nada, descartando el árbol si estaba enfermo o con

Cuadro 2. Criterios de clasificación y calificación para las características empleadas en la evaluación de árboles de frijolito *Schizolobium parahybum*.

CARACTERISTICA	CLASIFICACION	CALIFICACION
Rectitud (Adaptado de Zóbel y Talbert 1988: Cipreses de Colombia)	Casi perfectamente recto	6
	Curva escasa en un plano	5
	Curva escasa en dos planos	4
	Curva extrema en un plano	3
	Curva extrema y curva escasa en un plano	2
	Curva extrema en más de un plano o espiralidad	1
Bifurcación (Salazar <i>et al.</i> 1990)	No bifurcado	4
	Bifurcado 1/3 superior	3
	Bifurcado 1/3 medio	2
	Bifurcado 1/3 inferior	1
Bambas	Sin bambas	4
	Bambas pequeñas ($h \leq 0.50$ m)	3
	Bambas semiabundantes ($0.5 \text{ m} < h < 1.0$ m)	2
	Bambas abundantes ($h > 1.0$ m)	1
Diámetro de las Ramas (Kjaer <i>et al.</i> 1995)	$< \frac{1}{4}$ del diámetro de tallo	5
	$= \frac{1}{4}$ del diámetro del tallo	4
	$\frac{1}{4} - \frac{1}{2}$ del diámetro del tallo	3
	$= \frac{1}{2}$ del diámetro del tallo	2
	$\frac{1}{2} - \frac{3}{4}$ del diámetro del tallo	1
Angulo de las ramas (Adaptada de Willan 1984)	Ramas con ángulo = 90°	5
	Ramas con ángulos de $60^\circ - 90^\circ$	3
	Ramas con ángulos $30^\circ - 60^\circ$	1
Estado Fitosanitario (Kjaer <i>et al.</i> 1995)	Arbol completamente sano	5
	Arbol atacado por plagas o enfermedades daño mecánico.	3
	Arbol atacado por plagas y enfermedades. y daño mecánico.	1

plagas y/o daños mecánicos. En el resto de las características, los valores encontrados en los árboles candidatos fueron comparados con los promedios de los cinco árboles testigos y los puntajes se asignaron según los criterios definidos en el Cuadro 3.

Cuadro 3. Escala de valores asignados a cada característica resultantes de la comparación entre el árbol candidato y el promedio de los árboles testigo (fuente: Willan 1994).

CONDICION DEL CANDIDATO	VALOR
20% más grande que el promedio de los 5 testigos	5
15-20% " " "	4
10-15% " " "	3
5-10% " " "	2
0-5 % " " "	1
menor que el promedio de los 5 testigos	0

Para la evaluación de los árboles plus, se hizo una adaptación de la metodología propuesta por Willan (1994), de acuerdo con el establecimiento de unos valores económicos que se asignaron según la importancia de cada característica en el contexto morfológico de esta especie en particular. Se asignó un valor alto a la rectitud, debido a que incide notablemente en la calidad de la madera, ya que hay mayor aprovechamiento de trozas para el desenrollado en la medida que el fuste es recto; avala la importancia de esta característica, el hecho de tener una heredabilidad media (Buijtenen citado por Del Valle 1994). Igualmente se asignó alto valor a la fitosanidad, ya que la resistencia a enfermedades tiene una heredabilidad alta, así la resistencia a insectos sea baja (Buijtenen citado por Del Valle 1994). A algunas características como la bifurcación y el volumen, se les asignó un puntaje similar; la primera incide directamente en el volumen comercial, al cual no se le dió mayor connotación, ya que en rodales naturales o árboles espaciados, está influenciado por la edad y el micrositio; a las bambas, se les dió un puntaje menor, ya que su valor económico es menor que la bifurcación. Un puntaje similar a las bambas, se asignó al diámetro y ángulo de las ramas (Cuadro 4).

Cuadro 4. Ponderación económica de cada característica para la evaluación del árbol plus. (Adaptado de Willan 1984).

CARACTERISTICA	RANGO DE VALORES	VALOR MAXIMO	PESO ECONOMICO	MAXIMO VALOR PONDERADO
Rectitud	0-5	5	4	20
Bifurcación	0-5	5	3	15
Volumen comercial Bambas	0-5	5	3	15
	0-5	5	2	10
Subtotal fuste				60
Diámetro de ramas	0-5	5	2	10
Angulo de ramas	0-5	5	2	10
Subtotal ramificación				20
Estado fitosanitario	0-5	5	4	20
Subtotal estado fitosanitario				20
TOTAL				100

Criterios para la selección final de los árboles plus:

- La calificación total mayor de 60 puntos.
- Total ausencia de plagas, enfermedades y daños mecánicos.
- Descalificación del árbol con más de dos características iguales a cero.

RESULTADOS Y DISCUSION

En total se seleccionaron 40 árboles, ubicados en un 47.5% en Bucaramanga, un 17.5% en Lebrija, un 10% en Floridablanca y el 25% restante en los municipios de Piedecuesta, Girón, El Playón y Rionegro; el 65% de los árboles fueron seleccionados en el Area Metropolitana de Bucaramanga, que cubre los municipios de Bucaramanga, Floridablanca y Piedecuesta. Haciendo un estimativo de la población observada de 716 árboles para toda el área recorrida, se establece que por cada árbol seleccionado se observaron 17 árboles, ubicados entre altitudes que varían de 400 a 1050 msnm, lo que indica que existe una base importante de variación de la especie en el área estudiada, ya que su distribución abarca dos zonas de vida diferentes, bosque húmedo tropical y una transición entre bosque seco tropical y bosque húmedo premontano. el 45 % del árbol.

El análisis dasonómico para los árboles seleccionados indica una alta variabilidad en el tamaño. Las alturas totales variaron entre 22 y 46 m, la altura comercial entre 9 y 29m.

el diámetro del fuste entre 43 y 80 cm, el volumen comercial con corteza entre 1.14 y 7.03 m³, el diámetro de copa entre 8.5 y 25 m de ancho y la profundidad de la copa entre 7 y 26 m (Cuadro 5). Estas variables tipifican al frijolito como una especie de gran tamaño con un 60 % de madera aprovechable y unos 20 m de fuste limpio en promedio, copa amplia alrededor de 15 m y una profundidad de copa que puede alcanzar hasta 45%.

De los 40 árboles candidatos seleccionados, 31 clasificaron como árboles plus, de los cuales un 84 % están ubicados en el Area Metropolitana de Bucaramanga, la mayoría de Ellos en predios institucionales pertenecientes a la CDMB; los árboles con calificaciones superiores a 90 puntos representaron solamente un 12.9 % , entre 81 y 90 puntos el 22.6 % e inferiores a 80 puntos el 64% (Cuadro 6). Un gran porcentaje tiene puntuación baja, lo cual se explica por la no inclusión de árboles de buena calidad, bien sea porque no se contó con el permiso de los propietarios o porque no se recorrió mayor área; además, la especie tiene una gran presión por parte de los madereros que en el transcurso de los años la han venido explotando para la industria de chapas y cajonería. Esta circunstancia, por supuesto, está ocasionando erosión genética debido al aprovechamiento de los mejores árboles, lo cual amerita el desarrollo de esta investigación y, en el futuro, la aplicación de políticas de protección de los mejores individuos a través de incentivos y vedas.

En relación con el método de selección masal empleado con algunas modificaciones en este estudio, se puede mencionar que en los árboles plus de mayor puntaje se

presentaron buenas calificaciones de algunas características como la rectitud, la bifurcación, las bambas y el diámetro y ángulo de las ramas, las cuales son de tipo cualitativo y podrían estar bajo un notable control genético aditivo, como es el caso de la rectitud (Zóbel y Talbert 1988). En este contexto, la selección de los árboles basada en características cualitativas con alta ponderación económica, puede constituir la base para iniciar un proceso de mejoramiento genético para el frijolito en Santander.

En los árboles plus de mayor puntaje, puede observarse que éstos no tienen el mayor volumen (Cuadros 5 y 6), lo cual se debe a la baja ponderación económica que se asignó a esta característica (Cuadro 4); esta podría ser una decisión acertada, debido a que su heredabilidad es baja,

especialmente cuando la selección de los árboles se realiza a partir de rodales o árboles espaciados sin manejo (Zóbel y Talbert 1988).

En cuanto a la fitosanidad, todos los árboles tuvieron el mismo valor máximo ponderado, ya que era condición indispensable la ausencia de plagas, enfermedades y daños mecánicos. En este sentido, es claro que para efectos de mejoramiento genético lo mejor es no trabajar con árboles enfermos o atacados, lo que implica no tenerlos en cuenta como árboles seleccionados o testigos; si se establece la premisa de seleccionar únicamente árboles sanos, esta característica no se valoraría y se descartaría para la calificación de árboles.

Cuadro 5. Variables dasonómicas medidas en los árboles candidatos evaluados en el área de jurisdicción de la CDMB, Santander, Colombia.

CODIGO	Altura (m)	total	dap (cm)	Volumen (m ³)	Diámetro copa (m)	Profund.
BUC SCp.01	46	18	62	3.80	8.7	26
BUC SCp.02	32	25	53	3.86	13.2	7
BUC SCp.03	22	12	49	1.58	12.5	10
BUC SCp.04	35	20	80	7.03	22.5	15
BUC SCp.05	31	17	64	3.82	26.3	10
BUC SCp.06	28	15	55	2.49	9.0	13
BUC SCp.07	33	17	68	4.32	22.5	15
BUC SCp.08	42	29	53	4.47	13.5	10
BUC SCp.09	38	16	53	2.47	16.5	15
BUC SCp.10	38	22	47	2.67	13.5	7
BUC SCp.11	40	23	43	2.33	11.0	15
PIE SCp.12	27	18	52	2.67	9.5	9
PIE SCp.13	36	23	50	3.16	14.5	13
PIE SCp.14	32	16	62	3.38	14.0	16
FLO SCp.15	29	15	60	2.96	21.5	15
FLO SCp.16	27	15	55	2.49	19.0	12
FLO SCp.17	35	17	60	3.36	15.5	13
FLO SCp.18	37	18	71	4.98	21.5	18
BUC SCp.19	34	26	67	6.41	14.5	8
BUC SCp.20	41	18	62	3.80	14.5	25
BUC SCp.21	39	21	52	3.12	11.5	19
BUC SCp.22	31	21	67	5.18	16.5	18
BUC SCp.23	41	19	49	2.50	9.0	22
BUC SCp.24	27	17	48	2.15	15.0	9
BUC SCp.25	40	21	58	3.88	13.5	19
BUC SCp.26	25	13	43	1.32	13.0	14
ELP SCp.27	34	22	54	3.52	25.0	15
ELP SCp.28	33	18	56	3.10	15.5	16
ELP SCp.29	27	9	48	1.14	17.5	16
RNE SCp.30	29	12	62	2.53	19.0	17
LEB SCp.31	35	20	47	2.43	16.0	15
LEB SCp.32	36	24	49	3.16	12.0	17
GIR SCp.33	37	23	56	3.96	16.0	21
GIR SCp.34	31	19	39	1.59	9.0	12
GIR SCp.35	31	17	51	2.43	16.5	12
LEB SCp.36	40	24	60	4.74	16.5	22
LEB SCp.37	40	25	51	3.57	16.0	25
LEB SCp.38	30	14	59	2.68	15.5	18
LEB SCp.39	33	26	45	2.89	8.5	13
LEB SCp.40	32	20	52	2.97	13.0	7

Cuadro 6. Árboles plus de frijolito *Schizolobium parahybum* seleccionados en el área de jurisdicción de la CDMB, Santander, Colombia.

ARB.PLUS	VOL	REC	BIF	BAM	DIAMR	ANGR	ESTFIT	TOTAL
BUC SCp.01	0	24	9	6	10	2	20	71
BUC SCp.02	0	24	9	2	4	10	20	69
BUC SCp.04	15	20	9	2	10	10	20	86
BUC SCp.07	15	20	15	2	10	10	20	92
BUC SCp.08	15	16	15	2	0	2	20	70
BUC SCp.09	15	16	15	4	0	0	20	70
BUC SCp.10	15	20	15	4	10	0	20	84
BUC SCp.11	15	20	15	8	6	10	20	94
PIE SCp.12	15	16	15	6	10	8	20	90
PIE SCp.13	15	20	15	6	10	10	20	96
PIE SCp.14	15	16	15	4	0	2	20	72
FLO SCp.15	12	20	9	4	2	8	20	75
FLO SCp.16	3	20	15	4	2	2	20	66
FLO SCp.17	9	20	15	2	10	8	20	84
FLO SCp.18	15	20	3	2	0	8	20	68
BUC SCp.19	15	16	15	4	0	0	20	70
BUC SCp.20	15	16	15	6	10	10	20	92
BUC SCp.21	15	20	9	6	10	10	20	90
BUC SCp.22	15	16	9	2	10	10	20	82
BUC SCp.24	3	20	15	4	10	0	20	72
ELP SCp.27	3	20	15	4	0	2	20	64
ELP SCp.28	15	20	15	4	4	8	20	86
RNE SCp.30	12	16	15	4	10	5	20	82
LEB SCp.32	15	20	9	4	0	0	20	68
GIR SCp.33	15	20	15	4	4	0	20	78
GIR SCp.34	3	20	15	4	0	0	20	62
GIR SCp.35	15	20	15	4	0	1	20	75
LEB SCp.36	15	20	15	4	0	0	20	74
LEB SCp.37	15	12	15	4	0	0	20	66
LEB SCp.38	3	20	15	4	0	5	20	67
LEB SCp.39	0	20	15	4	2	5	20	66

CONVENCIONES:

ARB PLUS: Arbol plus, codificado con el nombre del municipio, el nombre científico de la especie y el número de orden con que se seleccionó.

VOL: Volumen comercial

REC: Rectitud

BIF: Bifurcación

BAM: Bambas

DIAMR: Diámetro en la base de las ramas

ANGR: Angulo de inserción de las ramas

ESTFIT: Estado fitosanitario

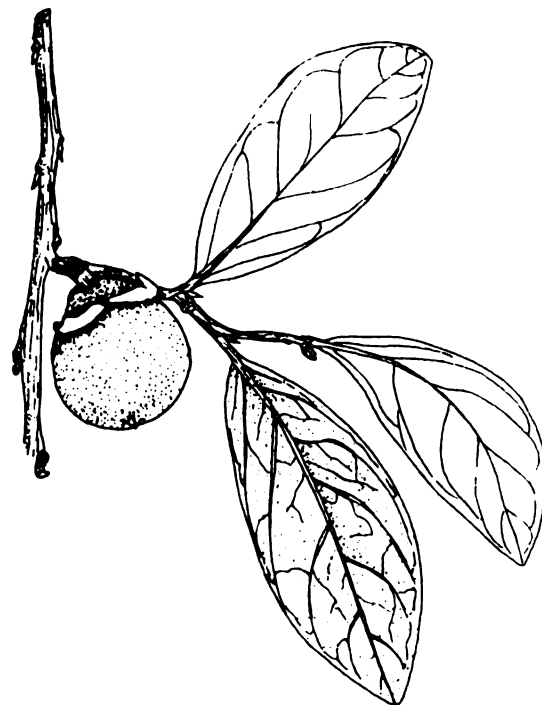
CONCLUSION

La realización de esta investigación, ha generado unas pautas metodológicas que pueden servir de orientación para la selección de árboles de especies nativas de valor comercial, con el propósito de iniciar un proceso de mejoramiento genético y así producir madera de buena calidad. Las características a emplear y la ponderación económica que se les asigne, dependerá de la forma del árbol, de un control genético moderadamente fuerte y de

un valor económico considerable. En el caso del frijolito, algunas características como la rectitud, la bifurcación, las bambas, el diámetro y el ángulo de las ramas, parecen indicar que son apropiadas para seleccionar árboles plus de la especie, mientras que el volumen, a pesar de ser una característica fundamental en cualquier programa de selección, tuvo una menor connotación. Otras características como el diámetro y la profundidad de la copa deben ser mejor tipificadas, ya que están muy influenciadas por la densidad y el manejo forestal.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE, 1999. *Schizolobium parahyba* (Vell.) S.F. Blake. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales No. 64. 2 p.
- CIPRESES DE COLOMBIA. S.F. Selección de árboles plus. Formularios.
- CORPOICA. 1996. Análisis de los Sistemas Agropecuarios del Departamento de Santander. Documento de Planificación Territorial. Bucaramanga. 83p.
- CDMB, 1981. Estudio de Desarrollo Integral de la Cuenca Superior del Río Lebrija. Tomo I. Bucaramanga. Publicaciones del Común. 199p.
- _____, 1996. Informe de actividades 1996. Bucaramanga, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, Subdirección Administración de Recursos Naturales. 25 p.
- _____, 1997. Informe de actividades 1997. Bucaramanga, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, Subdirección Administración de Recursos Naturales. 31 p.
- _____, 1998. Informe de actividades 1998. Bucaramanga, Corporación Autónoma Regional para la Defensa de la Meseta de Bucaramanga, Subdirección Administración de Recursos Naturales. 31 p.
- Del Valle, J. I. 1994. El problema de la selección disgénica en los bosques de guandal y propuestas para su solución. In: Memorias Seminario Nacional " Políticas, Silvicultura y Protección Forestal". La Ceja Antioquia - Colombia. 232p.
- FEDERACAFE. 1996. Agroecología de Federacafé para la Cuenca Superior del Río Lebrija. Santafé de Bogotá, D.C. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia, Programa Ecotopos Cafeteros. 12 p.
- IGAC, 1973. Estudio general de suelos del municipio de Rionegro del Dpto. Sder. Ministerio de Hacienda y Crédito Público. Subdirección Agrológica. 9(8). Bogotá, D.E. Estéagros. 324p.
- Kjaer, E. D.; Lauridcen, E. ; Wellendorf, H. 1995. Second evaluation of an international series of teak provenance trials. Copenhagen: DANIDA FOREST SEED CENTRE. 118 p.
- Maldonado, B., E. 1999. Selección de árboles plus de frijolito *Schizolobium parahybum* para producir semilla y mejorar genéticamente la especie en Santander-Colombia. Bucaramanga, Colombia, Tesis Universidad Industrial de Santander-Seccional Málaga, Programa de Ingeniería Forestal.
- Montenegro S. F.. 1986. Pachaco. Convenio Corporación Forestal Juan Manuel Durini. Boletín Técnico - Ministerio de Agricultura. División Forestal. Quito. 12p.
- Salazar, R; Barquero, E.; Rodríguez, E. 1990. Establecimiento de rodales semilleros de *Gmelina arborea* Roxb. En Costa Rica. Silvoenergía No. 32. 4 p.
- Willan, R. L. 1984. Rodales Semilleros de Procedencia y Rodales de Conservación de Procedencia. Humlebaek, Dinamarca. Nota Técnica No. 14 . pp 41-83.
- Zobel, B.; Talbert, J. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Arboles Forestales. México, D. F. Limusa. 545p.



Producción de semilla de *Pinus maximartinezii* Rzedowski

Baldemar Arteaga Martínez¹

INTRODUCCION

Los pinos piñoneros tienen alto grado de endemismo en México. Existen 10 taxa endémicos, algunos con distribución muy restringida, como la de *Pinus maximartinezii* y *P. culminicola*. Sin embargo también existen especies con distribución amplia como el *Pinus cembroides* y no tan amplia como *P. pinceana* y *P. nelsonii*.

Estas especies son consideradas raras, de acuerdo con los parámetros de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y los Recursos Naturales, lo cual es motivo de preocupación de forestales genetistas y ecologistas, debido a que la reducción de los bosques cada día se incrementa, de tal manera que si una especie tiene un rango de distribución natural o artificial muy estrecho y las áreas que ocupa se encuentran sometidas a cambios drásticos, con seguridad se vuelven muy vulnerables se pueden considerar como especies en peligro de extinción.

La utilización maderable comercial de los pinos piñoneros no es intensa. La naturaleza de la madera de estas especies limita su uso como madera aserrada, pues resulta de baja calidad para madera contrachapada, siendo poco atractiva para la industria debido a las bajas existencias reales por hectárea y los altos costos de la cosecha.

Actualmente los pinos piñoneros son utilizados para durmientes de ferrocarril, madera para construcción, leña, árboles de navidad y como nuez la semilla de piñón, estos aspectos comerciales son complementados por el valor de los pinos piñoneros como cubierta protectora del suelo para el control de la erosión, la recreación, como alimento y hábitat para la fauna silvestre.

Esta especie ofrece especial interés por sus grandes semillas comestibles, las cuales pesan 3.5 a 4.0 veces más que las de los piñones de *Pinus cembroides*. Su sabor, aunque diferente, no es inferior a estos últimos.

ANTECEDENTES

Distribución natural. Se conoce sólo la población de *P. maximartinezii* al extremo sureste de la Sierra de Morones, restringida al macizo del Cerro de Piñones en Pueblo Viejo, Municipio de Juchipila, Zacatecas, México. Se encuentra en altitudes que van desde 1500 a 2550 msnm, vegetando en laderas y cañadas con pendientes pronunciadas y exposiciones este, sureste y suroeste.

Aún no se tiene estimación precisa, de la superficie ocupada por esta especie, puesto que existe diferencia entre los autores; el último reporte disponible señala una superficie de 925 ha, cuya superficie se encuentra repartida entre siete propietarios.

Características del árbol. Es un árbol de 6 a 15 m de alto, con frecuencia ramudo y copa redondeada, de color verde-azulado; troncho hasta de 50 cm de diámetro y corteza irregular cuadrangular, ramificado casi desde la base, ramas ascendentes, colocadas de forma irregular en el tallo, (Perry 1991; García y Eguiluz 1985; Escoto 1988; Farjon y Styles 1997; Eguiluz 1998).

Corteza. Irregularmente cuadrangular, de 1.50 a 1.90 cm de espesor, en árboles maduros; gruesa de color marrón - anaranjado por dentro y gris por la parte externa, cuadrangular en placas geométricas, por fisuras longitudinales y transversales. Sobre árboles jóvenes la corteza es delgada y lisa.

Cotiledones. El número de hojas cotiledonares para *P. maximartinezii* es de 18 a 24, siendo 24 el valor más alto observado en una planta. Sin embargo, García y Eguiluz (1985) de 504 plántulas que midieron, reportan que éstas se presentan de 15 hasta 30 con longitudes de 2.3 a 9.3 cm.

Fenología vegetativa y reproductiva. En muchas especies vegetales las hojas primarias son producidas en la primera estación y únicamente sobre el tallo principal, pero en la sección *Parryanae* y más raramente en otras secciones, éstas son producidas por varios años (arriba de 20 años en *P. maximartinezii*) también sobre las ramas laterales. En los pinos de la sección *Diplóxilon* las hojas están distintamente separadas o congénitas sobre el lado del xilema; en pocos casos éstas pueden ser enteramente

¹ Profesor- Investigador de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma de Chapingo. México. C.P. 56230.

congénitas y aparentemente forma un haz simple, como en los pinos de la sección Haplóxilon; un importante rasgo ha sido encontrado en la especie de *P. maximartinezii*, la cual cuenta con una hilera o pared de células de esclerenquima separando el floema del haz vascular simple y ocurriendo en la mayoría de las hojas.

La aparición de las hojas secundarias ocurre comúnmente después de la elongación del tallo, pero en *Pinus maximartinezii*, *P. nelsonii* y con una menor extensión en *P. cembroides*, el crecimiento de las hojas es pospuesto hasta que las ramas se encuentran completamente desarrolladas.

Los conos masculinos en *P. maximartinezii* aparecen en la parte apical de un brote axial, de los compuestos o agregados de la yema, a través de una modificación de diminutos primordios del tallo (Mirov 1967), sus brácteas inferiores son homólogas a las escamas de los fascículos de la vaina. En muchas especies del subgénero *Pinus* las yemas incipientes del cono son ligeramente pálidas y alargadas sobre brotes pequeños y estériles; en muchas especies del subgénero *Strobus* éstas son inconspicuas (Shaw 1914), también son producidas en una gran vaina del tallo especialmente en algunas especies mexicanas: *P. maximartinezii* y *P. rzedowskii*.

CAMCORE (1995) reporta que el ciclo reproductivo es de cuatro años, lo cual es una característica reportada en solamente cuatro especies de pino en el mundo.

Según Arteaga *et al.* (1988) el cono se desarrolla en la punta de la ramilla, la cual queda como un pedúnculo junto con las ramillas, que siguen desarrollándose formando acículas; estas quedan hacia arriba, debido a que el peso del cono jala la rama hacia abajo terminado el desarrollo del cono reabsorbe la yema terminal de la rama de tal manera que la secan dando la apariencia de que la rama es el pedúnculo, así se explica el porqué un cono tan pesado lo soporta una rama en apariencia delgada y frágil. Los conillos masculinos aparecen en abril y llegan a madurar hasta octubre del tercer año.

El cono es persistente, ya que pueden pasar varios años (aproximadamente de 5 a 6 años) hasta su caída cuando se pudre la rama de donde cuelga, o bien el punto de unión se seca y provoca la caída del cono, aún cuando por lo general siempre provoca que se seque una parte de la rama, la cual al caer se desprende (Arteaga *et al.* 1988). La madera de las ramillas es resistente y no se quiebra con facilidad.

Ciclo reproductivo. Para lograr un modelo de producción de semillas de pino piñonero, se necesita precisar las fases principales de ciclo reproductivo y conocer el polen.

Donahue y Mar (1995) entre el 17 de febrero y el 15 de junio, 1993, observaron dos conos femeninos sobre los

árboles. Los conos pequeños van de 4 a 6 cm de longitud, y de 3 a 5 cm de diámetro, con un crecimiento lento. Los grandes conos casi maduros (alrededor de 15 a 20 cm de longitud y de 10 a 12 cm de diámetro) aparecen al principio con exudado de resina sobre las escamas emergiendo los conos femeninos. Al principio emergen pocos estróbilos masculinos muy esporádicos. Esta información sobre el desarrollo de los estróbilos es basada en observaciones de 100 árboles que crecen en forma natural, las cuales fueron seleccionadas para colecta de semilla. Cuatro meses más tarde, se encontraron nuevos conos femeninos de alrededor de 1 a 2 cm de longitud y 1 cm de diámetro, que aparentemente han pasado la etapa receptiva.

Los conos femeninos surgen solitarios al final de las ramillas. Los estróbilos masculinos se adhieren a las ramas, pero el polen es dispersado claramente de un lado a otro del sitio. Los conos de la cosecha intermedia ahora son de alrededor de 6 a 8 cm de longitud. Los grandes conos ahora son cubiertos completamente con exudados de resina, y la apófisis de las escamas de los conos empiezan a tomarse de color marrón. Así se colectaron tres conos diferentes sobre los árboles al mismo tiempo, indicando un ciclo reproductivo de cuatro crecimientos de la estación del año del inicio del brote reproductivo hacia la madurez del cono.

El inicio del brote reproductivo en *P. maximartinezii* probablemente ocurre entre agosto y septiembre. La polinización aparentemente es en mayo y/o junio del segundo año. El tiempo exacto que transcurre entre la polinización y la fertilización es desconocido pero probablemente la fertilización ocurre en el segundo o tercer año, o hasta el cuarto. La maduración de los conos y dispersión de las semillas ocurre de septiembre a octubre. Un ciclo similar al de *P. iclophylla*, *P. torreyana*, *P. pincena*.

En especies de pino donde el ciclo reproductivo es cada tres años, la fertilización es de 12 a 14 meses después de la polinización. Owen y Blake (1985) señalan que el ciclo reproductivo en los pinos es cada cuatro años, la polinización puede ser en el segundo año, pero el tubo polínico y los óvulos permanecen en desarrollo por dos años, con la fertilización, embrión y maduración de semillas ocurren en el cuarto año.

Según Eguiluz (1998) esta especie florece en febrero y marzo, tiene buena polinización y sus pesados conos maduran hasta septiembre del siguiente año, desprendiendo sus semillas paulatinamente a partir de octubre. Los conos son colectados por sus propietarios, cortándolos antes de que abran solos, para extraer la semilla separando manualmente escama por escama. Cada semilla tiene un promedio de peso máximo para propagación debidamente certificada y la mitad para alimento en los mercados locales.

Cuadro 1. Comparación de los árboles y ciclos reproductivos de cuatro años con el ciclo propuesto para *Pinus maximartinezii* Rzedowski, México.

Etapa o proceso	Estación	Año	Año	Fecha	Año
Iniciación del brote	Verano/otoño	1	1	Agosto/setiembre	1
Polinización	Primavera	2	2	Mayo/junio	2
Fertilización	Verano	3	4	Mayo/junio	2 y 3
Dispersión de semilla	Otoño	3	4	Octubre/noviembre	4
Duración	Verano	1	1	Agosto	1

Fuente: Donahue y Mar (1995)

RESULTADOS Y DISCUSION

Producción de conos y semillas. Los pinos piñoneros empiezan a producir aproximadamente a los 25 años, pero la producción no alcanza su tamaño comercial, sino hasta los 40 años (Granados y Silva 1994). Con años semilleros en periodos de tres, es decir, que los botones o yemas son formadas en agosto y septiembre y el cono madura hasta los tres años; el primer año es para la producción de un gran número de óvulos primarios y el segundo y tercero deberán ser favorables para el desarrollo y maduración de conos y semillas. Estos autores reportan que la producción de piñones depende en parte de las condiciones climáticas y la precipitación. Atribuyéndose las bajas producciones a adaptaciones selectivas de los árboles para controlar las poblaciones de sus depredadores.

Donahue y Mar (1995) mencionan que, en febrero ya se encuentran desarrollados y casi maduros 8 meses antes de la dispersión de la semilla, con exudado de resina en la parte externa, lo cual indica que la fertilización ocurrió un año previo. Aparentemente esta especie se encuentra bajo un periodo prolongado de maduración y desarrollo de los conos. Teniendo conos y semillas grandes, el pino piñonero, es posible que *Pinus maximartinezii* necesite un periodo largo después de la fertilización para producir los conos por la corta estación del año que va de 4 a 5 meses en el sitio donde crece. Si esto es cierto, la fertilización puede ocurrir pocas semanas después de la polinización, en el segundo año, o doce meses más tarde, en el tercer año.

Los conos maduran y dispersan su semilla al cuarto año. Por consiguiente, en junio observaron en el campo, que los conos grandes estaban en su cuarto año desde el tiempo de inicio del brote, los conos de 6 a 8 cm estaban en el tercer año, y los de 1 a 2 cm del segundo año. El desarrollo de los estróbilos y dispersión de la semilla de *P. maximartinezii* casi coincide con *P. edulis* y *P. monophylla* en los Estados Unidos de América.

Arteaga *et al.* (1998) por sus recorridos de campo y conversación personal con uno de los propietarios del área, pudieron localizar tres tipos de producción de piñón; buena, regular y mala. La mejor producción se localiza en lo que ellos llaman "Tierra de Polvillo", siendo esta la parte más soleada durante el día, ya que en su mayoría presenta una exposición Este. La producción regular se ubicó en la zona más húmeda donde se presenta el suelo de "Tierra Barrialoza", con una exposición Sureste. La mala producción se presenta en el suelo de "Tierra Sotea", donde *P. maximartinezii* produce conos con semilla vana.

En tiempos anteriores de un árbol se recolectaba hasta 200 conos obteniendo un total de 40 a 50 kg. Este podría ser vendido a \$3.00 (esto ocurrió en 1948) hace aproximadamente 30 años (datos proporcionados en una entrevista personal con uno de los propietarios del área de distribución). Se ha presentado gran producción de piñón durante 1990 y 1995, por lo que se considera que posiblemente el año semillero es cada 5 años cuando menos.

Factores físicos y biológicos que afectan el crecimiento y la reproducción de la especie. En el área de distribución de *P. maximartinezii* existe la propiedad privada, tal situación ha ayudado a que esta especie haya perdurado durante tanto tiempo, ya que sus dueños se han preocupado por cuidar los árboles, su principal fuente de ingresos, esto garantiza su propia vigilancia.

Colecta y rendimiento. El cono se encuentra listo para extraerle la semilla a principios de octubre y a finales del mismo mes empieza a abrir el cono por sí solo. El método de colecta es muy rústico; primero se cortan los conos y se apilan, al día siguiente se extrae la semilla. Toda la semilla colectada es transportada en costales a la casa, donde se coloca sobre costales extendidos para terminar de sacarla ya que si se almacena húmeda es atacada por hongos. La semilla se pone a secar sin exponerla al sol ya que a veces llega a reventar produciendo pérdidas. El tiempo de secado es de dos días. Se contratan recolectores pagándoles con la misma semilla. El sistema de pago que ellos manejan es "el cuartillo". Dicho sistema consiste en repartir la cosecha

en cuatro partes en una proporción de 1:3, es decir, uno para el recolector y tres para propietario.

La micropropagación o producción de plántulas jóvenes bajo condiciones de cultivo *In vitro* consiste de una serie de procedimientos. En general, el primer proceso requerido, es obtener la superficie desinfectada del material vegetal, debido a que el éxito de los cultivos *In vitro* depende del mantenimiento de condiciones asépticas del material vegetativo.

que en ese tiempo era escasa, para la temporada actual 1999, el precio está alrededor de \$300/kg, debido a que la producción fue escasa, en virtud de no haber sido año semillero.

Valor alimenticio. Con base en la metodología planteada por Sosa (1976) Arteaga *et al.* (1998) realizaron un análisis proximal a la semilla de *P.maximartinezii*, obteniendo los siguientes resultados (Cuadro 2).

Cuadro 2. Resultados de análisis proximal, realizado a la semilla de *Pinus maximartinezii* Rzedowski, México.

Análisis base	Humedad (%)	Materia seca (%)	Extracto etéreo (%)	Fibra cruda (%)	Proteína cruda (%)	Cenizas (%)	ELN
Tal como se ofrece muestra	4.90	95.10	34.61	8.56	28.72	4.75	4.60
Seca	0.00	100.00	36.40	9.00	30.20	5.00	4.83

ELN = Extracto libre de nitrógeno

Fuente: Arteaga *et al* (1998)

Eguiluz (1998) señala que la especie responde bien a la clonación por brotes enraizados y por cultivo de tejidos. Realmente tiene dificultades con la floración en plantación fuera de su lugar de origen y ensaya hasta 20 años de edad, pero produce mucha semilla vana, al contrario de lo que sucede en los sitios de su área de distribución, en donde según Arteaga *et al.* (1988), pueden iniciar la producción de conos y semillas a los 10 años.

Montes *et al.* (1997) realizaron un estudio de propagación masiva *In vitro* mediante acículas y cotiledones de *P.maximartinezii*, con el objetivo de asegurar la reproducción y sobrevivencia; así como de observar el comportamiento celular de los dos tipos de explantes (acícula y cotiledón) para su elección.

La actividad de comercialización de la semilla de *P.maximartinezii* ha sido un poco problemática para los propietarios ya que debido a la falta de información, existe gente que aprovechándose de la situación, obtiene grandes ganancias, mientras que para los dueños y recolectores las ganancias son mínimas.

A continuación se presentan algunos datos de venta de semillas para años recientes.

Para 1966 el kg de semilla fue vendido a \$100 para la gente de Zacatecas, mientras que para 1997 el precio sólo aumentó \$50.00. Sin embargo, existió gente que la logró obtener a \$50 y \$36/kg, mientras que ellos lograban venderla en Guadalajara, Jalisco, a precios bastante elevados. En enero de 1998 se vendió a \$250/kg, debido a

Como se puede observar, para el caso de la semilla de *P.maximartinezii*, el contenido de proteína cruda es muy alto, si se considera que en la actualidad la pasta de soya, como materia magra o desgrasada, cuenta con un 49.8% de proteína cruda, considerado el más alto contenido (Cuca 1990) y si al piñón se le extrae la grasa (36.4%) a fin de tener una materia magra, se tendría un contenido de proteína de 48.2% muy similar a la de la soya. Sin embargo todas las proteínas hasta ahora conocidas, de origen vegetal, a diferencia de la proteína animal, son limitantes en algún aminoácido esencial, existiendo la remota posibilidad de que el piñón sea la excepción o que contenga un alto contenido de lisinina y metionina, aminoácidos deficientes en la pasta de soya.

El contenido de grasa, es muy alto (36.4% de una muestra seca), considerándose a la semilla de *P. maximartinezii* como un alimento altamente energético según las tablas de composición nutricional de América Latina; siendo recomendable realizar un análisis que permita determinar la proporción de grasa digestible y el por ciento de grasa volátil y buscar el uso más adecuado.

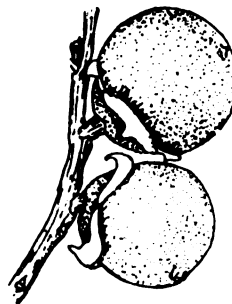
El bajo contenido de humedad encontrado para la semilla, permite su almacenamiento, ya que la cantidad de agua influye enormemente en la estabilidad de almacenamiento puesto que favorece el desarrollo de microorganismos y la actividad enzimática dentro de la semilla. Sin embargo, es recomendable realizar a futuro, un aminograma para conocer que aminoácidos y en qué proporción forman parte de la proteína de la semilla.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- La colecta de la semilla de *P. maximartinezii*, se debe realizar en octubre. La especie presenta ciclos periódicos de cinco años para la producción de semilla.
- La forma de extracción de la semilla puede hacerse a través del secado al cono, apertura de escamas y liberación de la semilla, o bien separando escama por escama, obteniendo la semilla húmeda, con la finalidad de no cargar y concentrar un volumen elevado de conos, lo cual se dificulta por el peso y tamaño del cono.
- La semilla de *P. maximartinezii* tiene un alto contenido de proteína cruda (48.2%), muy similar a la soya (49.8%). El contenido de grasas es del (36.4%), por lo cual se le considera un alimento altamente energético.

BIBLIOGRAFIA

- Arteaga M., B.; García R., H.; Rivera M., J.G. 1998. Análisis bromatológico de la semilla de *P. maximartinezii* Rzedowski. Chapingo, Méx. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo.
- CAMCORE. 1995. Gene conservation. *P. maximartinezii* Department of Forestry. College of Forest Resources. North Carolina State University. Pp. 17-18.
- Cuca García, M. 1990. Alimentación de aves. Montecillo. Estado de México. Colegio de Postgraduados. 120p.
- Donahue, J.K.; López M., C. 1995. Observations of *P. maximartinezii* Rzedowski. *Madroño*, 42 (1):19-25.
- Eguiluz P., T. 1998. Los pinos de México. Chapingo, Méx. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. s.p.
- Escoto C., C. 1988. Situación actual y perspectiva de los pinos piñoneros en el estado de Zacatecas. Tesis de Licenciatura. Chapingo, Méx. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. 84p.
- Farjón, A.; Styles, B.T. 1997. *Pinus*. New York, USA. The New York Botanical Garden. Flora Neotropica Monograph. 75. Pp. 10-67.
- García N., R. Eguiluz P., T. 1985. Variación morfológica de *Pinus maximartinezii* Rzedowski. In: Memorias del I Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. Flores, L.J.; Cantú, C. "Marroquin, C. Edit. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables. Universidad Autónoma de Nuevo León. Linares. Nuevo León. Pp.32-47.
- Granados S., D.; Silva B., L.T. 1994. Biodiversidad de los pinos piñoneros. México y sus Bosques. 23(2-3):4-53.
- Mirov, N.T. 1967. The genus *Pinus*. New York. Ronald. 602p.
- Montes R., G.; Solís G., S.; Solís S., S. 1997. Comportamiento In vitro de acículas y cotiledones de *Pinus maximartinezii*. P.88. In: Memorias del III Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Hacia nuevos paradigmas. Resúmenes de ponencias. Linares. Nuevo León. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León.
- Owens, J.; Blake, M.D. 1985. Forest tree seed production. Information Report. PI-X-53. Ontario, Canadá. Petawawa National Forestry Institute.
- Perry, J.P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Portland, Oregon. USA. Times Press. 231p.
- Shaw, G.R. 1914. The genus *Pinus*. Cambridge, Massachussetts. Publ. Arnold Arbor. No.5. pp.16-22.
- Sosa. 1976. Manual de productos alimenticios para alimentos de consumo animal. Chapingo, México. Departamento de Zootecnia. Escuela Nacional de Agricultura. 115p.
- USDA Forest Service. 1974. Seed of woody plants in the United States. Washington, D.C. USA. Agricultural Handbook 450. pp.32-36.



Establecimiento de rodales y áreas semilleras en el Estado de Chihuahua, México¹.

Celestino Flores López²

INTRODUCCION

Los bosques vírgenes de Chihuahua fueron explotados exhaustivamente desde 1876 por compañías extranjeras, que fueron concesionarias de más de un millón de hectáreas en la zona de Madera, Babicora, Tomochic y San Juanito, y que operaron hasta 1910 (Alcocer 1987). Desde entonces Chihuahua ha sido uno de los principales productores de madera en México, actualmente ocupa el segundo lugar en la producción forestal maderable de México con 2.039 millones de m³ rollo (m³r), y también en la producción maderable de pino tiene el segundo lugar con 1.769 millones de m³r, sobresaliendo el Estado Durango con 2.052 millones de m³r (INEGI-CP 1995).

Sin embargo, es notoria la degradación genética de estos bosques, la cual ha consistido en la extracción de los árboles de mejor calidad, dejando los peores como semilleros, lo que propiciará la reducción de su rendimiento y bajará la calidad maderable. Por estas razones, se decidió iniciar el programa de mejoramiento genético de los bosques en el Estado de Chihuahua, con el apoyo concertado de los gobiernos federal y estatal, la industria forestal, las Unidades de Conservación y Desarrollo Forestal (actualmente son Prestadores de Servicios Técnicos para la Formulación y Ejecución de Programas de Manejo) y el Centro de Genética Forestal, A. C. (Clausen, Flores y Vargas 1994).

A través de los rodales semilleros, áreas semilleras y huertos semilleros se obtendrá una producción masiva de semilla mejorada con el objetivo de incrementar, y en lo posible la producción y el mejoramiento de la calidad de la madera con semilla de calidad genética aceptable y de origen geográfico conocido.

PROGRAMA DE MEJORAMIENTO GENÉTICO FORESTAL EN CHIHUAHUA

Este programa, iniciado en marzo de 1987, pretende rescatar la calidad genética perdida y devolverla a los bosques del futuro, reducir los turnos comerciales y abastecer de semilla certificada a los programas de reforestación del Estado. Las especies de mayor valor comercial que involucra el programa son: *Pinus arizonica*, *P. durangensis* y *P. engelmannii*, las cuales tienen la mayor distribución y volumen en la entidad. Las especies de menor prioridad a ser utilizadas en la fase de baja intensidad del programa, son: *P. herrerae*, *P. oocarpa* y *P. douglasiana* (Clausen *et al.* 1994).

El objetivo principal del programa es asegurar la producción masiva de semilla forestal mejorada de las seis especies principales de pinos del Estado de Chihuahua: semilla que se producirá en rodales semilleros, áreas semilleras y huertos semilleros que serían establecidos en diferentes regiones del Estado (Clausen *et al.* 1994).

Los objetivos específicos del programa son:

- Una red de 30 o más áreas semilleras, así como de rodales semilleros.
- Selección de 1000 árboles superiores de las tres especies de pino más importantes ya señaladas.
- Establecimiento de tres grupos de huertos semilleros, en el norte, en el centro y en el sur del Estado.
- Establecimiento de ensayos para la selección de las mejores especies y procedencias.
- Inicio de un programa de mejoramiento genético de los bosques a mediano y largo plazo, utilizando los principios de la genética, para obtener tanto regeneración natural como semilla para desarrollar bosques plantados de alta calidad.

En la Fig. 1, se observa la organización general del programa, donde se señalan las estrategias a corto y largo plazo. Los rodales y áreas semilleras corresponden a la estrategia a corto plazo establecidas de acuerdo a una zonificación preliminar y la prioridad de especies (Nienstaedt, Clausen y Eguiluz 1990), por otro lado, se aprecia a largo plazo el establecimiento de los huertos semilleros a partir de árboles selectos.

¹ Trabajo apoyado por Proyecto 02.03.0906.2608, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). Programa de Mejoramiento Genético de los Bosques de Chihuahua, Centro de Genética Forestal, A. C.

² Profesor-Investigador, Departamento Forestal, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro.

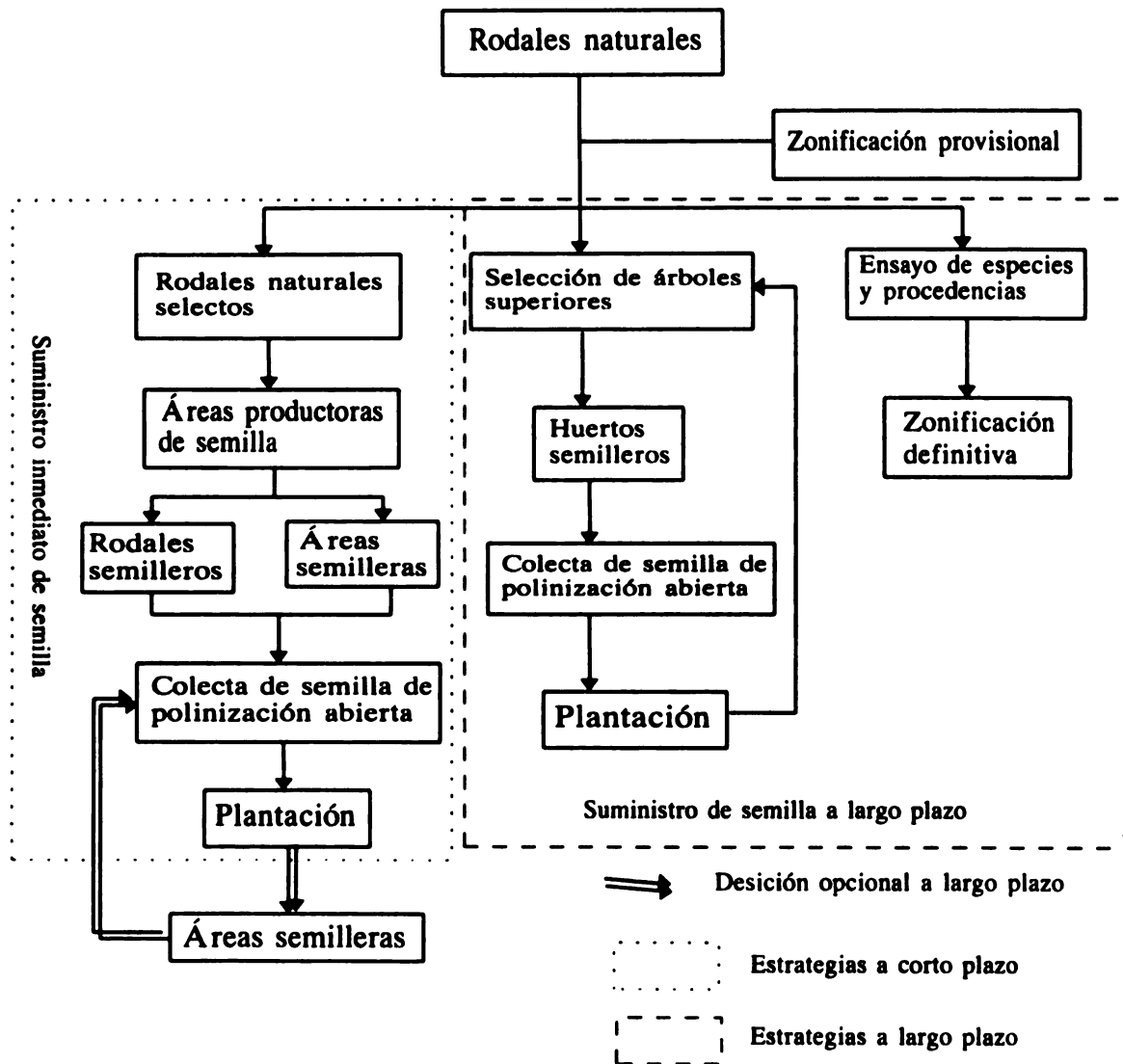


Figura 1. Esquema de organización del Programa de Mejoramiento Genético de los Bosques del Estado de Chihuahua, México.

ESTABLECIMIENTO DE AREAS Y RODALES SEMILLEROS

Conceptos y consideraciones

Un rodal semillero es un área delimitada en el bosque natural dedicada a la producción de semilla. Si fuera necesario, estos rodales podrían ser aclareados moderadamente, eliminando árboles bifurcados, torcidos, dañados o enfermos, pero no recibirían ningún otro tratamiento especial. Los rodales semilleros serán establecidos para especies de menor prioridad, tales como *P. herrerae*, *P. oocarpa* y *P. douglasiana*, en unidades o zonas donde las tres especies de alta prioridad sean menos comunes.

Una área semillera es un rodal seleccionado de alta calidad en la cual los individuos menos deseables son cortados para evitar su cruzamiento con árboles seleccionados, proporcionando espacio para el desarrollo de los mejores, permitiendo aumentar el rendimiento de semilla a través del tratamiento aplicado (Patiño y Villarreal 1976) y es una medida temporal para obtener semilla hasta tanto se puedan establecer huertos semilleros (Ladrach 1982).

Entre las ventajas de las áreas y rodales semilleros varios autores (Patiño y Villarreal 1976; Ladrach 1982; Niembro 1985) mencionan las siguientes:

- Período relativamente corto para su establecimiento y obtención de la semilla.
- Permiten optimizar las labores de colecta concentrando la producción de semillas en zonas específicas lo cual reduce los gastos de operación.
- Producción de semilla abundante de buena calidad a corto plazo y a bajo costo, a la cual se le podrá certificar en cuanto a especie, origen y una fuente parental (semilla selecta).
- Producen semillas provistas de genotipos de calidad superior a la media poblacional, acompañadas de ganancias genéticas del 7 al 10% en lo que se refiere al desarrollo de la plantación; adaptabilidad al sitio y resistencia a plagas y enfermedades.

Planificación de las áreas y rodales sobre la base de una zonificación preliminar

La zonificación de semillas es el mapeo de poblaciones o razas geográficas de una especie, que define la distancia a la que puede ser utilizada y llevarse su semilla sin que pierda su nivel de rendimiento (Nienstaedt *et al.* 1990); por lo tanto los programas de mejoramiento genético deben estar relacionados con la determinación del origen o procedencia de semilla (zonas de semilla) (Zamora y Carrillo 1978).

Debido a que las poblaciones se adaptan a las condiciones particulares del ambiente y desarrollan genotipos específicos, el traslado de la semilla a grandes distancias y/o ambientes muy diferentes puede significar el fracaso total de las plantaciones; esto condujo a que se definiera una zonificación provisional de áreas productoras de semillas, basada en la precipitación, la latitud y razones administrativas. Para organizar tanto las poblaciones de

cruzamiento como los huertos semilleros, fue dividido el Estado en tres regiones del norte al sur siguiendo un criterio latitudinal y administrativo; estas regiones a su vez, se dividieron en cuatro zonas de semillas, basadas en la precipitación anual total (Nienstaedt *et al.* 1990):

1. menor de 600 mm
2. de 601 a 800 mm
3. de 801 a 1000 mm
4. mayor de 1000 mm

De esta manera, la zonificación provisional del Estado incluye 11 zonas de semillas. Esta zonificación será verificada con ensayos de procedencias de las seis especies involucradas, lo cual sentará las bases definitivas para el movimiento de semillas dentro del Estado.

Consideraciones previas a la selección de un rodal semillero

Estas consideraciones fueron:

- Prioridad de las especies de pino por zonas de semillas, (Cuadro 1).
- Los rodales deben ser accesibles por lo menos durante la época de producción de semilla.
- Se prefirieron rodales puros, pero si se presentaban dos o más especies en los rodales semilleros, éstas no debían estar relacionadas botánicamente para que se pudieran cruzar (a menos que una hibridación fuera particularmente deseable).
- Buena densidad inicial y aislamiento de fuentes inferiores.
- Los rodales semilleros no debían haber sido sujetos a talas por selección.

Cuadro 1. Prioridad de especies de pino por zonas de semillas en el Estado de Chihuahua, México

Región	Zonas	Prioridad					
		1	2	3	4	5	6
I	I-1	eng	ariz	dur	—	—	—
	I-2	ariz	eng	dur	—	—	—
	I-3	ariz	dur	eng	—	—	—
	I-4	ariz	dur	eng	—	—	—
II	II-1	eng	ariz	—	—	—	—
	II-2	eng	dur	ariz	—	—	—
	II-3	ariz	dur	eng	her	ooc	doug
	II-4	ariz	dur	eng	her	ooc	—
III	III-2	ariz	dur	her	eng	—	—
	III-3	dur	her	eng	ariz	ooc	doug
	III-4	ariz	dur	eng	her	ooc	—

ariz = *Pinus arizonica*; dur = *P. Durangensis*; eng = *P. Engelmannii*; her = *P. herrerae*; ooc = *P. Oocarpa*; doug = *P. douglasiana*.

- Conocer la situación legal de la propiedad y obtención de permiso.

Localización y selección de rodales

La localización de los rodales mejores fue más fácil y rápida con el apoyo de los técnicos de mayor experiencia en el área concesionada para cada prestador de servicios forestales, así como de los "monteros" (responsables de la vigilancia en ejidos, comunidades y pequeñas propiedades), algunas veces, con el auxilio de fotografías aéreas con escala promedio de 1:25,000 se facilitaba la búsqueda. Otro apoyo fue la información obtenida de los inventarios forestales realizados en los estudios dasonómicos.

Para seleccionar los mejores rodales se utilizó como apoyo un formato, donde fueron evaluados los siguientes puntos:

- Se seleccionaron rodales de los sitios mejores para la mayoría de las especies y en aquellas regiones donde la especie ocurría en rodales aislados, los sitios evaluados fueron ecológicamente diferentes.
- En cada Unidad Forestal (Prestadores de Servicios Técnicos Forestales) se evaluaron como mínimo cinco rodales por especie para poder ser comparados, con una superficie mínima para las áreas semilleras de una ha y para los rodales de 0.5 ha.
- Fue muy importante que los rodales tuvieran buenos incrementos en volumen, apoyados en la relación edad-diámetro.
- La densidad buscada fue como valor mínimo, mayor de 50 árboles/ha.
- La pendiente promedio del terreno buscada fue menor al 25%.
- Las características de edad, altura y diámetro promedio del rodal fue variable, se prefirió la distribución de edades coetáneas y estructura del rodal regular e irregular.
- La rectitud promedio del arbolado (evaluada en las cuatro caras del fuste) del rodal sobre la base de una calificación de 0-5 puntos debería ser mayor de 2.5 puntos. Y la poda con un tercio de la longitud del fuste limpio.
- Se evaluó la densidad de la regeneración.
- Se evaluó la profundidad del suelo.
- Se investigó la frecuencia de vientos y nevadas fuertes.
- Se tomaron características de localización: municipio, propiedad, paraje, latitud, longitud y altitud.
- Se consideró la ocurrencia de incendios forestales, pastoreo, aprovechamientos forestales, presencia de plagas y enfermedades.
- Se desarrolló un diagrama de localización del rodal evaluado.

Tamaño y forma de los rodales y áreas semilleras

Uno de los problemas encontrados fue la escasez de los rodales con superficies donde se pudieran desarrollar una hectárea de zona central, esto obligó a eficientar la forma del rodal.

Los tamaños de las áreas y rodales semilleros fueron variables (Cuadro 2 y 3), en áreas semilleras el tamaño mínimo fue de una hectárea de zona central y un máximo de cuatro hectáreas. En rodales semilleros el tamaño fue de 0.56 ha hasta 13.81 ha. Aunque varios autores mencionan que las áreas mínimas deberían ser de 3 ha (Andersson 1963) o de 5 ha (Ladrach 1982), lo cierto es que muchas áreas de los bosques en Chihuahua están muy explotadas y no es posible disponer de dichos tamaños, por lo tanto se tuvo que partir de lo que se tenía.

La forma de los rodales y las áreas no necesariamente fueron rectangulares o cuadradas, sino irregulares con base en un sistema de cuadrícula, las cuadrículas de 25 x 25 m pueden formar figuras irregulares y eficientar el tamaño siguiendo la forma del rodal, también facilitan delimitar dentro del rodal el arbolado de mejores características, que corresponde a la zona central.

Las áreas semilleras tuvieron una zona de protección que rodeaba la zona central en forma de franja de 100 m con el propósito de proteger o disminuir la contaminación del polen foráneo o indeseable. En el caso de los rodales semilleros no se desarrolló una franja de protección.

Fenotipos seleccionados

Se consideró que las especies tratadas son de lento crecimiento, esto implica que el tiempo de fructificación sea más amplio que cuando se trataba con especies de pinos del sureste de México. En el Cuadro 2 y 3 se aprecia que muchas de las áreas semilleras y algunos rodales semilleros tienen edades que aparentemente son muy viejos y que no tienen vigor, pero el hecho es que en estas edades se tiene buen vigor de copa y excelente producción de conos y se puede tener una vida útil de las áreas y rodales semilleros mayor a 20 años. Lo que si es importante considerar es que la densidad inicial de las áreas y rodales establecidos afectaron el tiempo de la producción de semillas, sin embargo después del aclareo las áreas y rodales de menor edad tardaron más de dos años para la producción de semillas que comparado con los rodales de mayor edad. También se consideró que las especies de mayor cantidad y tiempo de fructificación son de mayor a menor: *P. engelmannii*, *P. oocarpa*, *P. douglasiana*, *Pinus arizonica*, *P. durangensis* y *P. herrerae*.

La identificación de los árboles selectos se hizo tanto en la zona central como en la franja de protección para las áreas semilleras y para los rodales en todo el rodal, para esto se cuadrículó la superficie en cuadrados de 25 x 25 m, se puso estacas en cada uno de los vértices y con el apoyo de cordeles cada cuadrante se limitó para poder apreciar los límites y al momento de la selección se tuviera referencia en la distribución del arbolado selecto a dejar en pie. El criterio de selección de los árboles se realizó tomando en cuenta algunos caracteres como: árboles dominantes y codominantes, de fuste recto y no bifurcado, sin torceduras, cuando menos 1/3 de fuste limpio de ramas originados por una poda natural. Se escogieron individuos de copa circular y espesa, con indicios de haber producido semilla en años anteriores, también se consideró, dentro de ciertos límites a los árboles libres de plagas o enfermedades. El arbolado selecto se identificó tanto en la zona central como en la franja de protección utilizando el color amarillo en la primera y el rojo en la segunda, y en los rodales semilleros, se utilizó un color anaranjado o rojo para los árboles selectos; la señal generalmente utilizada fue un cinturón pintado alrededor del árbol a una altura superior de 1.30 m (dap o diámetro normal), con un grosor correspondiente a una brocha de dos pulgadas; antes de pintar el cinturón, se hizo un ligero descortezado alrededor del árbol sin llegar al tejido tierno, con el propósito de que la pintura permaneciera más en el árbol. El árbol selecto se identificó por las siguientes razones:

- Evitar que al momento del corte derriben por equivocación o con intención los árboles seleccionados (de antemano se hace un mapa de distribución del arbolado en una cuadrícula).
- Sirven de referencia para los motosierristas al momento del derribo de los árboles no deseados.
- Al momento de la colecta de semilla, se puede tener referencia de los árboles a ser colectados en el área central y el no ser colectado como el de la faja de protección, o por lo menos si se va a colectar la faja de protección tener una especial consideración.

Número de árboles seleccionados y derribo de fenotipos inferiores

Algunos autores como Ladrach (1982) recomiendan dejar de 50 a 100 árboles/ha, Azamar y Benítez (1989) en el establecimiento del área semillera de *P. montezumae* dejaron 64 árboles/ha. En este caso la densidad fue variable con un valor bajo de 29 y uno alto de 114 árboles/ha en las áreas semilleras y en el caso de los rodales semilleros la depuración fue menor y se aprecia en la mayoría valores mayores de 100 árboles/ha, ésta fue una de las diferencias entre área semillera y rodal semillero. La decisión para dejar una determinada densidad estuvo de acuerdo a la densidad inicial del rodal, la pendiente del terreno, la altitud,

la estructura del rodal, la profundidad del suelo y de las condiciones del sitio (frecuencia de vientos y nevadas).

La eliminación de los fenotipos inferiores deben realizarse por derribo direccional para evitar el daño al arbolado identificado, su propósito es disminuir el crecimiento en altura y permitir el desarrollo de la copa de los árboles seleccionados y así la producción de semilla. A la vez se elimina la regeneración existente, los arbustos y malas hierbas para evitar que compitan con los árboles selectos. Para evitar que se cortaran árboles selectos se desarrollaron dos gráficas de los cuadrantes trazados tanto en las áreas como en los rodales semilleros; en la primera se dibujó la distribución del arbolado a dejar en pie (selecto) para cada cuadrante además de indicar los accidentes físicos del sitio y en la segunda gráfica se colocó el número de árboles seleccionados y el número de árboles a derribar en cada cuadrante.

El volumen que se eliminó de cada rodal y área semillera fue considerado dentro de la posibilidad anual correspondiente al estudio dasonómico, con esto, los propietarios del terreno facilitaron el trámite de marcado por las autoridades forestales.

Reporte de establecimiento de una área o rodal semillero

Se consideraron los siguientes puntos: fechas de establecimiento; localización, procedimiento utilizado en la selección del rodal (indicando personal de apoyo); descripción del área o rodal semillero, se describe el tamaño y la forma, condiciones físicas del terreno, clima, suelo y tipo de vegetación; número de árboles dejados en pie y a remover; lista de consideraciones y actividades a realizar posteriores a la selección de los árboles, en este punto se propuso establecer convenio entre los propietarios y los prestadores de servicios técnicos forestales para los cuidados de las áreas y rodales, así como cuidados en la remoción del arbolado y consideraciones para el cuidado y protección; en los anexos, se agregaba un esquema de la localización, las dos gráficas de distribución y de número de árboles a dejar en pie y un formato para el tablero que identifica el área o rodal semillero.

En el Cuadro 2 y 3 se aprecian las características de las áreas y rodales semilleros establecidos en el Estado de Chihuahua.

Cuadro 3. Características de áreas semilleras establecidas en el Estado de Chihuahua, México

No.	Especie	Propiedad	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (msnm)	Superficie (ha)		Densidad (arb./ha)	Edad promedio (años)
						Zona Central	Total		
1	<i>P. arizonica</i>	Col. Nicolás Bravo	29°28'00"	108°08'00"	2450	3.00	14.00	51	60
2	<i>P. engelmannii</i>	Col. Año de Hidalgo	29°23'15"	108°08'00"	2270	1.81	10.81	63	83
3	<i>P. arizonica</i>	Ej. Madera	29°13'10"	108°12'35"	2400	2.00	12.00	50	75
4	<i>P. durangensis</i>	Ej. Socorro Rivera	29°16'00"	108°10'30"	2380	2.00	12.31	44	72
5	<i>P. engelmannii</i>	Ej. Madera	29°13'40"	108°09'45"	2200	1.63	8.01	68	69
6	<i>P. arizonica</i>	Ej. Huevachi	28°07'00"	107°56'20"	2800	1.50	11.00	71	53
7	<i>P. engelmannii</i>	Ej. Talayotes	28°13'00"	108°44'07"	1900	1.25	9.75	71	87
8	<i>P. arizonica</i>	Ej. Campo y Cerro Pelón	28°13'13"	108°20'00"	2520	1.31	7.44	82	74
9	<i>P. durangensis</i>	Com. Memeliche	28°02'55"	108°12'56"	2390	1.19	6.82	98	78
10	<i>P. durangensis</i>	Ej. Monterde	27°31'02"	107°58'36"	2380	1.31	10.31	55	99
11	<i>P. durangensis</i>	Ej. Uruachi	27°55'30"	108°10'00"	2300	1.38	11.88	83	93
12	<i>P. durangensis</i>	Com. Milpillas	27°06'00"	108°35'50"	1380	2.06	13.19	71	56
13	<i>P. durangensis</i>	Ej. Mesa de Arturo	27°12'50"	107°59'47"	2350	1.19	8.07	67	49
14	<i>P. arizonica</i>	Ej. El Ranchito	27°58'30"	107°47'53"	2375	2.75	11.88	52	82
15	<i>P. durangensis</i>	Com. El Yeposo	27°51'00"	107°50'30"	2480	1.25	8.38	71	96
16	<i>P. engelmannii</i>	P. P. Charcos Azules	27°47'19"	107°02'05"	2220	2.44	10.57	56	75
17	<i>P. durangensis</i>	Ej. Yoquivo (Ocampo)	28°04'13"	108°01'30"	2330	1.25	6.88	114	94
18	<i>P. engelmannii</i>	P. P. Zarupa	26°28'10"	107°47'53"	1650	1.00	6.25	74	71
19	<i>P. oocarpa</i>	Com. Mesa de los Leales	26°23'10"	107°45'55"	1265	1.63	10.38	60	84
20	<i>P. herrerae</i>	P. P. La Lajita	25°29'20"	107°51'07"	1710	2.13	10.44	84	80
21	<i>P. durangensis</i>	Ej. Yoquivo (Batopilas)	26°59'30"	107°35'40"	2400	1.13	9.63	55	66
22	<i>P. arizonica</i>	P. P. El Porvenir	26°44'31"	107°15'05"	2490	1.69	8.94	93	77
23	<i>P. arizonica</i>	Ej. El Pinito	26°04'00"	106°58'00"	2600	3.00	14.00	59	71
24	<i>P. engelmannii</i>	Ej. Baborigame	26°26'00"	107°17'00"	1920	2.00	12.00	29	84
25	<i>P. durangensis</i>	P. P. El Portugal (Santo Niño)	26°01'00"	106°54'12"	2320	1.75	10.25	98	89
26	<i>P. durangensis</i>	P. P. El Portugal (San Manuel)	26°00'00"	106°54'12"	2360	4.06	23.44	77	81
27	<i>P. arizonica</i>	Ej. Chinatú (Las truchas)	26°04'00"	106°33'13"	2720	1.50	9.63	67	85
28	<i>P. durangensis</i>	Ej. La Trinidad	25°46'34"	106°40'45"	2755	1.44	11.07	79	87
29	<i>P. arizonica</i>	Ej. El Caldillo y su anexo El Vergel	26°27'55"	106°26'55"	2660	1.88	15.76	74	103
30	<i>P. arizonica</i>	Ej. Chinatú (La onza)	25°57'06"	106°43'09"	2630	1.44	8.75	90	97
				Total		53.97	323.84		

Col. = Colonia, Ej. = Ejido, Com. = Comunidad, P. P. = Predio Particular.

Cuadro 2. Características de rodales semilleros establecidos en el Estado de Chihuahua, México.

No.	Especie	Propiedad	Latitud (N)	Longitud (O)	Altitud (msnm)	Superficie (ha)	Densidad árboles/ha	Edad Promedio (años)
1	<i>P. durangensis</i>	Colonia Esmeralda	29°27'20"	108°09'38"	2320	1.75	144	55
2	<i>P. durangensis</i>	Ejido El Largo (El dos)	29°10'29"	108°11'36"	2340	3.06	112	75
3	<i>P. durangensis</i>	Ejido El Largo (Agua amarilla)	29°13'33"	108°26'46"	2160	1.87	160	43
4	<i>P. durangensis</i>	Ejido Ocampo y Cerro Pelón	28°13'06"	108°18'52"	2460	0.56	272	52
5	<i>P. herrerae</i>	Ejido Basaseachi	28°16'41"	108°18'37"	2220	1.18	128	86
6	<i>P. engelmannii</i>	Ejido Basonaivo	27°26'37"	108°04'17"	2000	3.06	96	67
7	<i>P. engelmannii</i>	P.P. Los Llanos	27°19'56"	108°16'20"	1510	0.81	130	52
8	<i>P. herrerae</i>	P.P. Caimoba	27°11'30"	108°20'00"	1710	1.56	99	44
9	<i>P. douglasiana</i>	Ejido Guzaparez	27°22'20"	108°21'04"	1600	13.81	112	87
10	<i>P. oocarpa</i>	Ejido Chinipas	27°18'32"	108°36'00"	1200	3.56	80	90
11	<i>P. engelmannii</i>	Ejido Tenoriba	26°31'00"	107°44'31"	2200	1.31	80	78
12	<i>P. herrerae</i>	P.P. San Vicente	26°38'42"	107°57'09"	1980	1.00	96	57
13	<i>P. engelmannii</i>	P.P. San Vicente	26°39'11"	107°57'04"	2100	0.81	128	68
14	<i>P. engelmannii</i>	Ejido Yoquivo (Batopilas)	27°00'44"	107°32'20"	2060	1.25	48	60
15	<i>P. arizonica</i>	Ejido el Caldillo y su anexo El Vergel	26°28'28"	106°26'00"	2640	1.44	160	132
				Superficie	Total	37.03		

CONCLUSIONES

- El apoyo de una zonificación provisional y la prioridad de las especies, así como la demanda de semillas para los programas de reforestación en Chihuahua, ayudan a planear el número de áreas y rodales semilleros necesarios.
- Las áreas y rodales semilleros establecidos en los bosques del Estado de Chihuahua son una fuente de semilla inmediata, con una calidad de germoplasma mejor que apoya a los programas de reforestación.
- Las áreas y rodales semilleros establecidos son áreas de conservación genética de germoplasma muy importantes, que servirán para mejorar la calidad genética perdida en los bosques de Chihuahua por sus aprovechamientos maderables históricos.

LITERATURA CITADA

- Alcocer P., F. 1987. Un siglo en el bosque (1887 - 1987). UPIFCH. Chihuahua, Chih. 153 p.
- Andersson, E. 1963. Seed stands and seed orchards in the breeding of conifers. *In: Proceedings of The World Consultation on Forest Genetics and Tree Improvement. Volume II. Section 8. Seed production and seed certification. Rome. FAO/ FORGEN 63-8/1, 18 p.*
- Azamar O., M. ; Benítez T, R. 1989. Estudio prospectivo para el establecimiento de una área semillera en el Parque Nacional Nevado de Toluca. *In: Congreso Forestal Mexicano. Toluca. Estado de México. Tomo II. 787-789.*
- Clausen, K. E.; Flores L., C.; Vargas H., J. 1994. Avances del Programa de Mejoramiento Genético Forestal en Chihuahua. Chapingo, Méx. Centro de Genética Forestal, A. C. Nota Técnica No. 8. 13 p.
- INEGI-CP.1995. Producción forestal de México, VII censo agropecuario, 1991 (monografía). Aguascalientes, Ags. Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática. Colegio de Postgraduados. 170 p.
- Ladrach, W. E. 1982. Rodales semilleros tanto naturales como en plantaciones; método provisional para producir semilla: Método de establecimiento. *In: Curso corto sobre Mejoramiento Genético, Silvicultura y Manejo Forestal. CAMCORE, CONARE y Universidad del Estado de Carolina del Norte(E.U.A.). Chaguaramas, Venezuela. p. 66-75.*
- Niembro R., A. 1985. Preguntas y respuestas más comunes relacionadas con el establecimiento y manejo de áreas semilleras. Chapingo, México. Universidad Autónoma Chapingo. División de Ciencias Forestales, Boletín Técnico No. 22. 15 p.
- Nienstaedt, H., Clausen, K. E. ; Eguiluz P., T. 1990. La primera zonificación de semillas en México: caso Durango y Chihuahua. Chapingo, Méx. Centro de Genética Forestal, A. C. Nota Técnica No. 6. 6 p.
- Patiño V., F.; Villarreal C., R. 1976. Algunos conceptos para el establecimiento de áreas semilleras. *Ciencia Forestal. 1(2):16-32.*
- Zamora S., C.; Carrillo S., A. 1978. Reporte de un curso de entrenamiento en recolección, beneficio, almacenamiento y análisis de semillas forestales en la Estación Experimental Forestal Petawawa en Chalk River, Ontario, Canadá. *Ciencia Forestal 3(12):3-21.*



Evaluación de plantaciones de teca y melina en la región Huertar Norte de Costa Rica para ser utilizadas como rodales semilleros.

Miguel H. Chacón Lizano¹

INTRODUCCION

Cada vez es más evidente la necesidad de producir semillas forestales de alta calidad genética y fisiológica, pero en muchos casos, la ausencia de poblaciones sobresalientes de fuentes semilleras confiables, hace que el proceso de certificación sea de difícil operación, de ahí que la Oficina Nacional de Semillas (1994) ha orientado sus esfuerzos hacia la evaluación de plantaciones que permitan aumentar la calidad del material de siembra de las especies de mayor uso en Costa Rica, a saber teca y melina.

El área plantada con especies maderables ha venido aumentando en Costa Rica en los últimos años, con lo cual la demanda de semilla de buena calidad, en la cantidad requerida y en el momento oportuno también se incrementa. No se logrará avances en el mejoramiento de la calidad de las plantaciones, si no se utiliza la mejor fuente semillera para cada región geográfica o ecológica del país (Murillo 1992).

El rodal semillero representa una medida temporal para producir semilla de mejor calidad genética a corto plazo, mientras se ponen en práctica otras formas más avanzadas de producción (Mesén 1997). Barner, citado por Mesén (1994) define al rodal semillero como un grupo de árboles de la misma especie, que es mejorado mediante la remoción de individuos indeseables y manejado para estimular la producción pronta y abundante de semilla (Mesén 1994).

Los mejores rodales se desarrollan a partir de plantaciones, ya que los árboles son de la misma edad y han estado sometidos a condiciones climáticas y de manejo similares. Un rodal de interés para una especie industrial típica es aquel que presenta un alto porcentaje de árboles sanos, vigorosos, rectos, sin bifurcaciones y con ramas delgadas y horizontales (Mesén 1994).

Una opción para aumentar la ganancia genética es aumentar

el diferencial de selección, lo cual se logra eliminando de la población los individuos indeseables (Mesén 1997).

Para incorporar una mayor calidad y productividad en la reforestación nacional se debe incluir elementos que eleven su rentabilidad y atractividad. Desde este punto de vista, la calidad del material utilizado en las plantaciones, involucra tanto aspectos de manejo de los plantones en el vivero forestal, así como de su traslado al campo y lo más importante, de su calidad genética (Murillo y Camacho 1998).

Identificación y tratamiento de la información

La identificación y evaluación de plantaciones de teca y melina para el establecimiento de rodales semilleros en la Región Huertar Norte, en los cantones de San Carlos y Sarapiquí, se realizó entre marzo y abril de 1998 con base en una lista de doce plantaciones suministrada por los técnicos de la Asociación de Productores Agroindustriales y Forestales (APAIFO). Gracias al apoyo económico brindado por el Proyecto de Semillas Forestales del CATIE-Danida, inicialmente se procedió a la ubicación de las fincas en las cuales se estableció un sistema de muestreo del tipo sistemático, utilizando parcelas circulares representativas de 15 m de radio y un área de 706.5 m², en las cuales se obtuvo información referente a:

1. Diámetro a la altura del pecho en centímetros (dap): Es una variable de gran importancia y su variabilidad indica claramente el grado de homogeneidad o heterogeneidad de la plantación. El Cuadro 1 tomó como referencia la información de Murillo *et al.* (1992).
2. Forma: En cuanto a rectitud del fuste se refiere y a características de dominancia y sanidad, fueron calificados los individuos de cada parcela en tres categorías. Árboles No.1 que son dominantes o codominantes, rectos, sanos y sin bifurcaciones. Árboles No.2 que son buenos, dominantes o codominantes, sanos, sin bifurcaciones bajas, con leves defectos en el fuste o la copa. Árboles No.3 que son inaceptables, suprimidos, enfermos, con defectos serios en el fuste o la copa.

¹ Certificación de semillas de especies forestales. Oficina Nacional de Semillas. Apdo. 10309 - 1000 San José, Costa Rica

3. Densidad de población por hectárea: Con base en las parcelas de muestreo se estimó el número de árboles con características adecuadas en cada uno de los casos y el número total de árboles, con el fin de determinar la capacidad de dichas plantaciones y la posibilidad de convertirlas en fuentes semilleras (Mesén 1994)

Cuadro 1. Niveles de tolerancia para el coeficiente de variación del dap en plantaciones forestales.

COEFICIENTE DE VARIACION DEL DAP (%)	CRITERIO DE TOLERANCIA
< 10	Muy bueno. alta homogeneidad, plantación bajo buen régimen de manejo
10-2	Aceptable con necesidades de manejo
>20	No aceptable. alta heterogeneidad. Plantación con manejo deficiente

El Cuadro 2, muestra los resultados de evaluación de las plantaciones forestales consideradas en la Región Huetar Norte; en él se muestra la información resumida con respecto al área de la plantación, diámetro medio a la altura del pecho y su coeficiente de variación que en conjunto con las características de forma, permiten emitir las conclusiones correspondientes

Cuadro 2. Evaluaciones de plantaciones de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* en la zona norte de Costa Rica, 1998

Plantación (No.)	Localidad	Año	Especie	Área (ha)	dap. Promedio (cm)	CV*** (%)	Árboles			Total
							N.1	N.2	N.3	
1	Cureña, Sarapiquí	1988	melina	10	21.3	22.4	14	154	140	308
2*	Moravia Cutris	1989	melina	30	28.1	13.4	14	197	29	240
3*	Sn. Andrés Monterrey	1989	teca	20	27.7	13.2	28	196	0	224
4	Banderas Pocosol	1993	melina	15	14.8	19.2	0	210	742	952
5	Banderas Pocosol	1993	melina	15	14.8	17.8	28	238	182	448
6	Cureña Sarapiquí	1993	melina	20	17.1	15.1	0	28	420	448
7	Piedra Alegre Pital	1993	melina	15	19	14.7	0	84	406	490
8	Sta. María Cutris	1993	teca	3	13	13.6	0	658	560	1218
9	San F.co. La Palmera	1994	melina	13	18.6	14.0	0	112	378	490
10	Sn. Bosco, Pocosol	1994	melina	15	17.9	16.2	0	340	183	523
11**	Sn. Bosco, Pocosol	1994	teca	8	12.6	17.8	99	340	241	680
12**	Sn. Miguel Monterrey	1994	teca	4	13.5	12.1	64	637	318	1019

*Rodales semilleros manejados

**Rodales con potencial de manejo

***CV% :Coeficiente de variación expresado en porcentaje. Corresponde a la división de la desviación estándar sobre el dap medio.

RESULTADOS Y DISCUSION

La plantación de *Gmelina arborea*, N. 2, ubicada en Moravia de Cutris, plantada en 1989 con una extensión de 30 ha y la plantación de *Tectona grandis*, N.3, localizada en San Andrés de Monterrey, establecida en 1989, con una extensión de 20 ha, han sido debidamente manejadas y cumplen con los requisitos establecidos en el Reglamento Técnico para la Producción de Semillas de Especies Forestales de la Oficina Nacional de Semillas. La plantación N.2 muestra 2 ha con excelentes características para ser manejadas como rodal semillero, con un coeficiente de variación del dap de 13,4 % una población total de 240 árboles/ha, de los cuales únicamente 29 no son aptos y deben ser eliminados a corto plazo; además, presenta 14

árboles N.1 y 197 árboles N.2 por hectárea con un dap promedio de 28,1 cm. Desde este punto de vista y bajo las condiciones actuales, este rodal puede incrementar la oferta nacional de semilla autorizada de melina en 960 kg (2 kg/ árbol/año). Esto representaría un ingreso bruto para el productor por concepto de venta de semilla autorizada de melina de \$1.152,000 por año (\$3986/ año al tipo al cambio de \$289/\$1 y con un precio de venta de \$4.15/kg. de semilla). La producción actual de semilla certificada de melina a nivel nacional es de 4000 kg/año, con una capacidad potencial de 7000 kg.

La plantación N. 3, presenta 1 ha de rodal de teca; y de acuerdo con los resultados que se presentan en el Cuadro 2, es la única de las plantaciones visitadas que no presenta

individuos indeseables o N. 3 y cuyo coeficiente de variación del dap fue uno de los más bajos (13,2%). Igualmente se puede observar que ostenta el mayor dap de todas las plantaciones de teca visitadas (27.7cm), por lo que representa una excelente opción para el abastecimiento de semilla autorizada de teca para la Zona Norte. En esta plantación específicamente, debido a las condiciones climáticas imperantes en San Andrés de Monterrey de alta y constante precipitación, no se origina un "pico" de cosecha de semilla en un determinado mes del año, sino que la floración y la producción es continua, lo que implica un aumento en los costos de recolección y dificultad para el secado adecuado de las semillas. En este caso, es importante, si los propietarios lo consideran conveniente, hacer un balance entre costos de producción de semilla (que incluya el secado) y los ingresos que eventualmente podría producir el rodal. Además, se debe analizar la demanda de semillas de la Zona Norte para abastecerse con semilla producida en la misma región geográfica, y así justificar su recolección. Con base en la experiencia personal como inspector de semillas forestales de la Oficina Nacional de Semillas, se estimó en esta oportunidad una producción de 448 kg/ha, equivalente a 2 kilogramos por árbol por año, que representa un ingreso bruto de ₡403,200 (\$1395), tomando como precio de venta ₡900/kg (\$3,11/kg) de semilla limpia, seca, empacada, etiquetada y lista para la comercialización. La producción actual de semilla autorizada de teca a nivel nacional es de 4100 kg, pero con una capacidad potencial de 10000 kg/año.

Estos dos rodales se ubican en la categoría autorizada B, son de calidad superior a los demás rodales existentes en su misma zona ecológica; cuentan con más de 75 individuos por hectárea con características deseables, ambos están en capacidad productiva plena y debidamente aislados de plantaciones de su misma especie.

La plantación N.11(Cuadro 2), ubicada en San Bosco de Pocosol, de 8 ha de teca plantada en 1994, presenta un coeficiente de variación del dap de 17,8% lo cual indica que hay necesidades de manejo para poder convertirla en rodal semillero. Su población es de 680 árboles por hectárea de los cuales 99 son N.1, 340 son N.2 y 241 son árboles indeseables. Con esta referencia se recomienda iniciar un primer raleo que contempla la eliminación del 40 % de los árboles y que incluya la corta de los 241 árboles N. 3 y 31 árboles N. 2; la población permitida con este primer raleo es de 408 árboles /ha. Para reducir los riesgos de volcamiento, debido a que su dap es de solamente 12,6 cm, se sugiere hacer un segundo raleo, antes de que las copas inicien de nuevo la competencia entre sí, erradicando 204 árboles N.2 y dejando una población final de 204 árboles de los cuales 99 serán N1 y 105 serán N.2. Después de realizados estos dos raleos, se podrá calificar esta plantación como rodal semillero de la categoría autorizada tipo B.

La plantación N.12 (Cuadro 2), también puede ser convertida en rodal semillero si se aplica un plan de raleos que permita reducir sistemáticamente su población. Presenta 1019 árboles /ha; no ha sido intervenida, de tal manera que se recomienda realizar tres raleos. Esta plantación de teca fue plantada en 1994; tiene un coeficiente de variación del dap de 12,1%, lo que significa que su homogeneidad en cuanto a diámetro se refiere, es aceptable; además, de los 1019 árboles presentes, 64 son N.1, 637 son N2 y 318 son árboles indeseables N.3. Inicialmente debe eliminar el 35% de la población que corresponde a 318 árboles N.3 y 38 árboles N.2. El segundo raleo contempla la eliminación de 356 árboles N.2 y en el tercer raleo se deben eliminar 107 árboles N.2 más, para dejar una población final de 200 árboles /ha de los cuales 64 son N.1 y 136 son N.2; de esta forma el rodal calificaría como categoría autorizada tipo C.

En los ocho plantaciones restantes que fueron visitadas con el mismo fin (Cuadro 2), se observan serios problemas de manejo, forma y crecimiento diamétrico y la mayoría de ellas están en suelos compactados debido a la permanencia de ganado. Además en ellas es evidente la alta densidad de árboles debido a la falta de raleo, lo que definitivamente afectará el aprovechamiento futuro de dichas plantaciones.

REFERENCIAS

- Mesén, F. 1994. Establecimiento y manejo de rodales semilleros. *In*: Memoria, I curso Nacional sobre selección, clasificación y manejo de fuentes semilleras, PROSEFOR-ONS-MIRENEM, San Carlos, Costa Rica, 11-13 de mayo, 1994, pp. 33-44.
- Mesén F. 1997. Introducción al mejoramiento genético forestal. *In*: Memoria, taller sobre selección y Manejo de Fuentes semilleras. PROSEFOR-ONS-MINAE. 26 de junio 1997. San Isidro de Pérez Zeledón, Costa Rica, 14 p.
- Murillo, O. 1992. Necesidad de Programas de Producción de semilla mejorada para la reforestación en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. 6p
- Murillo, O.; Camacho, O. 1998. Evaluación de la calidad de plantaciones forestales. Cartago. Instituto Tecnológico de Costa Rica Departamento de Ing. Forestal. Serie de apoyo académico N.27 23p.
- Murillo, L.; Hernández, X.; Murillo, O. 1992. Evaluación de la calidad de plantaciones de Ciprés en el Valle del Guarco. Cartago, Costa Rica. *In*: II Congreso Forestal Nacional 25-27 noviembre 1992. San José, Costa Rica: pp. 51-53
- 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.

Producción de semillas de árboles agroforestales en la amazonía peruana a partir de la domesticación participativa

Carmen Sotelo Montes¹, Héctor Vidaurre², John C. Weber³,
Anthony Simons⁴, Ian Dawson⁵

INTRODUCCION

El Programa para la Domesticación de Árboles Agroforestales del Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF) desarrolla un proyecto participativo en terreno de agricultores de la selva baja de la amazonía peruana. La filosofía del proyecto se basa en el desarrollo y la conservación de los recursos genéticos valiosos a través de su mejor utilización y comercialización por los agricultores.

En la domesticación participativa, los agricultores e investigadores trabajan en la identificación, colección, evaluación, selección, manejo y multiplicación de germoplasma mejorado (Weber *et al.* 1997). Los objetivos del proyecto son: generar información básica sobre la variación genética dentro de las especies de árboles agroforestales prioritarios; conservar los recursos genéticos valiosos; producir germoplasma de alta calidad; y contribuir al desarrollo económico y social de las comunidades agrícolas.

Este artículo presenta la metodología de trabajo con agricultores y los resultados de algunos estudios relacionados con el fin de identificar y producir germoplasma de mejor calidad genética y fisiológica de las especies prioritarias.

DESARROLLO Y RESULTADOS DEL ESTUDIO

Metodología de la domesticación participativa. La metodología de domesticación participativa incluye el desarrollo del proyecto en forma colaborativa con las instituciones locales y las comunidades agrícolas con un enfoque de género. Las etapas del proceso involucran la colección de semilla de las especies prioritarias, instalación y evaluación de ensayos de procedencia y/o pruebas de progenie en terrenos de los agricultores, selección del mejor germoplasma dentro los ensayos, y a corto plazo la

transformación de los ensayos para la producción de germoplasma, la producción de plantones en viveros familiares y madera.

Las percepciones de los agricultores e instituciones locales son valoradas e involucradas en todas las etapas del proceso. Las diferentes visiones del aprovechamiento y evaluación de los recursos genéticos arbóreos son consideradas a través de un enfoque de género, familiar, y a nivel de los diferentes espacios de poder (investigadores, técnicos y agricultores). Asimismo se efectúa una capacitación constante sobre aspectos técnicos y con enfoque de género en ambas direcciones técnicos-agricultores a fin de efectuar una transferencia de tecnología efectiva, y además para obtener información completa del manejo de los recursos genéticos (Sotelo 1999).

Previo al establecimiento de los ensayos en terreno de los agricultores y firmar cualquier compromiso, se tomaron en cuenta las siguientes actividades: selección del área de trabajo, del agricultor y del sitio adecuado para la especie dentro del terreno del agricultor; y preparación de carta de entendimiento entre el agricultor y la institución. Las áreas de trabajo seleccionadas son representativas de la zona de estudio en condiciones edafoclimáticas y socioeconómicas. Los criterios de selección de los agricultores para trabajar conjuntamente en un ensayo genético están en función primero de la habilidad y disponibilidad del agricultor para trabajar en proyectos en forma participativa, pertenecer a un grupo socioeconómico representativo de la zona, motivación del agricultor por la especie y su importancia económica, y acreditación de la tenencia de la tierra, entre otros. El sitio adecuado para la especie dentro del terreno del agricultor involucra un suelo con los requerimientos de nutrientes de la especie y buen drenaje, pendiente no muy pronunciada, de fácil cuidado y acceso, y alejada por lo menos 100 m de otros árboles de la misma especie. La carta de entendimiento implica el acuerdo escrito de los compromisos asumidos entre el agricultor y nuestra institución.

Una vez cumplidos los requerimientos previos, sigue la etapa de concientización del agricultor sobre los beneficios a futuro del proyecto, y una capacitación constante antes de cada etapa del proceso de domesticación.

¹Forestal, ² Forestal y ³ Genetista forestal del Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería (ICRAF), Pucallpa, Perú;

⁴ Genetista forestal y ⁵ Genetista molecular del ICRAF, Nairobi, Kenia.

Actualmente los ensayos genéticos y viveros forestales son manejados con el apoyo técnico de la institución y participación activa de las mujeres y los niños. Además, los agricultores actualmente están siendo organizados en una red de productores de germoplasma seleccionado (semillas y plántones) y venta de productos maderables y no maderables. A través de la red se espera lograr un intercambio de experiencias y conocimientos entre los agricultores.

Estudios de investigación básica. Los estudios se efectuaron con el fin de determinar los árboles prioritarios para sistemas agroforestales, justificar la inversión en su domesticación, identificar cuellos de botella en el manejo y la utilización de germoplasma arbóreo en terrenos de agricultores, e identificar líneas prioritarias de investigación y desarrollo. Ellos son resumidos en las siguientes secciones.

Estudios para la identificación de especies prioritarias y su valoración. La priorización de especies arbóreas es una actividad clave antes de iniciar proyectos agroforestales. Se hizo la priorización de árboles para sistemas agroforestales en forma general, y para su domesticación en forma específica, siguiendo la metodología desarrollada por ICRAF y el Servicio Internacional para Investigación Nacional Agrícola (Franzel *et al.* 1996). El proceso incluyó encuestas de preferencia a agricultores y encuestas a expertos en disciplinas relevantes para considerar investigabilidad, adaptabilidad a sistemas agroforestales prioritarios, potencial de adopción del germoplasma mejorado por agricultores, valor actual y futuro de los productos, posibilidad de uso equitativo entre los diferentes agentes económicos, limitantes biológicas, ecológicas, y otros factores.

En base a la preferencia de los agricultores y sugerencias de los expertos, se evidenció que los agricultores valoran más de 150 especies arbóreas en la selva baja peruana (Sotelo Montes y Weber 1997). De éstas se seleccionaron 23 especies prioritarias. La domesticación se inició con estudios de cuatro especies: *Bactris gasipaes* (Araceae) *Inga edulis* (Leguminosae), *Calycophyllum spruceanum* (Rubiaceae) y *Guazuma crinita* (Sterculiaceae).

Se condujo una valoración económica de los productos tangibles producidos por las cuatro especies, la cual confirmó su valor actual y potencial para los agricultores de bajos recursos (Labarta Chávarri y Weber 1998). El *B. gasipaes*, sobre todo, es más valioso y produce frutos a partir de 3-5 años, palmito a partir 12-18 meses, medicina de las raíces, y parquet para pisos. El fruto es un alimento básico, el cual puede ser consumido fresco o procesado en

una variedad de productos, incluye harina como alimento para bebés, aceite para cocina y ración alimentaria animal (Mora-Urpí *et al.* 1997). Aunque comúnmente los agricultores cultivan únicamente de 20 a 50 individuos de *B. gasipaes* en su terreno (promedio de 30 ha), la ganancia de la venta de sus frutos hace de esta especie la tercera planta cultivada más valiosa en la amazonía peruana. La *I. edulis* provee de frutos, leña y carbón a partir de 1-2 años, mejora la fertilidad del suelo a través de la fijación de nitrógeno, y es preferida como árbol de sombra para sistemas de pasturas y huertos caseros. El *C. spruceanum* es preferido para carbón, leña, postes de construcción ligera (productos de 4-8 años), y el aprovechamiento de su madera comercial es a los 20 años. La *G. crinita* es preferida para postes de construcción y madera aserrada, y el aprovechamiento de su madera comercial es a 5-8 años. Por otro lado el manejo apropiado de rebrotes en *I. edulis*, *C. spruceanum* y *G. crinita* permitiría el aprovechamiento constante de su madera. Hay buenas perspectivas para la madera de *C. spruceanum* y *G. crinita* en el mercado nacional e internacional (Toledo 1999).

Estudio de manejo y uso de germoplasma arbóreo. Antes de iniciar un costoso programa de domesticación de árboles agroforestales, es esencial entender la utilidad y accesibilidad del germoplasma de los árboles en las áreas de los agricultores. ¿Cuál es la demanda básica para el germoplasma de los árboles? ¿Cuáles son las mayores fuentes para el germoplasma: por ejemplo - mercados, agricultores cercanos, campo de los agricultores o el bosque? Esas preguntas fueron investigadas y otras relacionadas a canales de distribución del germoplasma en dos estudios de caso (Brodie *et al.* 1997; Sotelo Montes, Labarta Chávarri y Weber, datos no publicados).

Algunos resultados tienen importantes implicaciones en el diseño e implementación de un proyecto de domesticación (Weber *et al.* 1997). Por ejemplo, cuando los agricultores llegan a un nuevo sitio, usualmente obtienen semillas de árboles frutales de varias fuentes (vecinos, su propio terreno, mercados, etc.), y los plantan en sus huertos caseros y barbechos. Pero cuando quieren multiplicar el número de árboles frutales, colectan semillas de los mejores árboles que plantara anteriormente, y no buscan otras fuentes de germoplasma. Esta práctica puede promover la endogamia y reducir la variación genética dentro de los huertos frutales de los agricultores, con serios problemas potenciales. Si se les provee de germoplasma mejorado, probablemente seguirán la misma práctica. Entonces se deben desarrollar estrategias con los agricultores para manejar el germoplasma mejorado y mantener una adecuada variación genética en sus terrenos.

Muchos de los agricultores entrevistados en ambos estudios manifestaron su deseo de ver más árboles agroforestales valiosos en sus terrenos, pero no tienen acceso a

germoplasma de alta calidad. Esto sucede por varias razones: la extracción selectiva de árboles maderables, sin dejar árboles semilleros de alta calidad para regenerar los rodales; deforestación por la práctica de agricultura tradicional de corta y quema; la distribución natural de la especie, y variación genética entre procedencias de la especie. Parte de la estrategia, por consiguiente, es desarrollar sistemas de producción de semillas y plántones de germoplasma seleccionado de árboles prioritarios en terrenos de los agricultores.

Conocimiento local de los árboles agroforestales. La información sobre las especies arbóreas que los agricultores usan en la región es escasa, pero esta necesidad puede ser parcialmente satisfecha por estudios del conocimiento local. En colaboración con Wageningen Agricultural University, se condujo un estudio de caso de conocimiento de agricultores sobre las especies agroforestales, el cual confirmó que poseen información sobre los usos, variación intraespecífica, ecología, métodos apropiados de silvicultura, etc. de los árboles (Potters 1997). Por ejemplo, los agricultores reconocen dos variedades de *I. edulis*: uno con vainas y hojas largas (guaba), y otra con vainas y hojas pequeñas pero con frutos más dulces (guabilla). Ellos prefieren sembrar semillas de colores oscuros de estas variedades: en su experiencia, las semillas negras desarrollan árboles "hembras" con abundantes frutos, mientras que las amarillas desarrollan árboles "machos" que no producen muchos frutos. Se están ensayando ahora estas variedades, y la relación entre el color de la semilla y la expresión sexual del árbol.

Estudios de variación genética dentro de las especies de árboles agroforestales. La investigación genética conducida con árboles agroforestales en los trópicos ha sido poca. La investigación con especies arbóreas en el trópico y zonas templadas ha demostrado que muchas especies poseen considerable variación genética dentro y entre procedencias (Morgenstern 1996), se espera lo mismo para los árboles agroforestales en la amazonía peruana. La presencia de variación genética es clave para el éxito de un programa de mejoramiento genético. A través de estrategias apropiadas de domesticación, un considerable mejoramiento puede ser alcanzado en características de importancia adaptativa y económica (Simons *et al.* 1994).

Diversidad genética entre y dentro de poblaciones naturales de *C. Spruceanum*. Se colectaron semillas de *C. spruceanum* y *G. crinita* en 1996, siguiendo algunas líneas guías recomendadas para tomar muestras de variación genética en especies arbóreas no domesticadas (Dawson *et al.* 1998). La colecta incluyó 11 procedencias y 35 árboles por procedencia para cada especie, y cubrió una extensa área en la amazonía peruana. Las procedencias son: Shucushayacu, Lagunas, Barranca, Pastaza, Jenaro Herrera,

Tamshiyacu, Mazán, Pevas, Atalaya, Tiruntán y Von Humboldt (Fig. 1).

Es esencial entender los patrones geográficos de la diversidad genética para manejar y conservar este recurso. *C. spruceanum* y *G. crinita* crecen bien en las zonas ribereñas, aunque también ocurren en áreas no inundables,

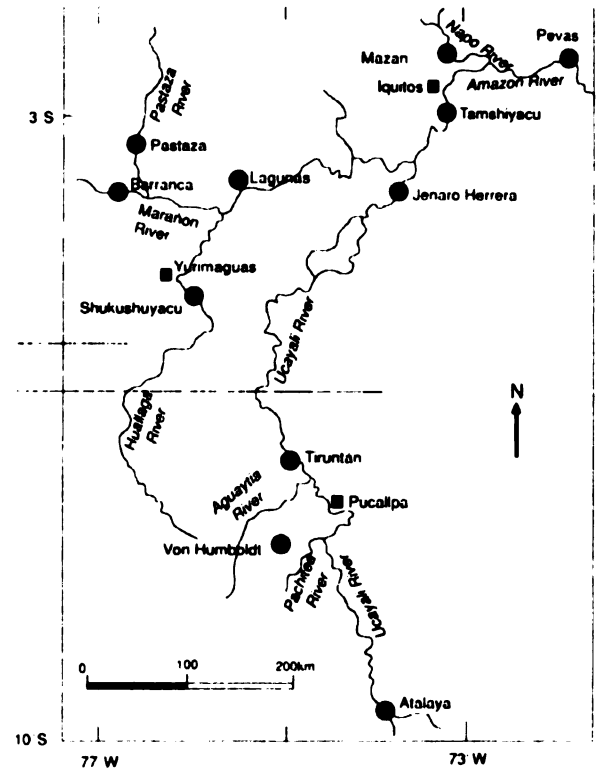


Figura 1. Ubicación geográfica de 11 procedencias de *Guazuma crinita* y *Calycophyllum spruceanum* en la selva amazónica peruana. Las ciudades principales son: Iquitos, Yurimaguas y Pucallpa. Los ríos fluyen de las regiones de Yurimaguas y Pucallpa hacia Iquitos.

y sus semillas son dispersadas por viento y agua. Debido a que las semillas en el agua migran río abajo, la diversidad genética puede ser incrementada río abajo. Se formuló la hipótesis que una población bajo la confluencia de dos ríos contendrían mayor diversidad genética que una población arriba de la confluencia, y se diseñó un muestreo según este planteamiento (Fig. 1). En colaboración con el Scottish Crop Research Institute, se probó esa hipótesis (y otras) en *C. spruceanum* usando técnicas de genética molecular ("amplified fragment length polymorphism" o AFLP, análisis de 65 marcadores de tipo AFLP extraído del ADN de la hoja de 89 árboles en 9 poblaciones naturales), y actualmente se analiza *G. crinita*.

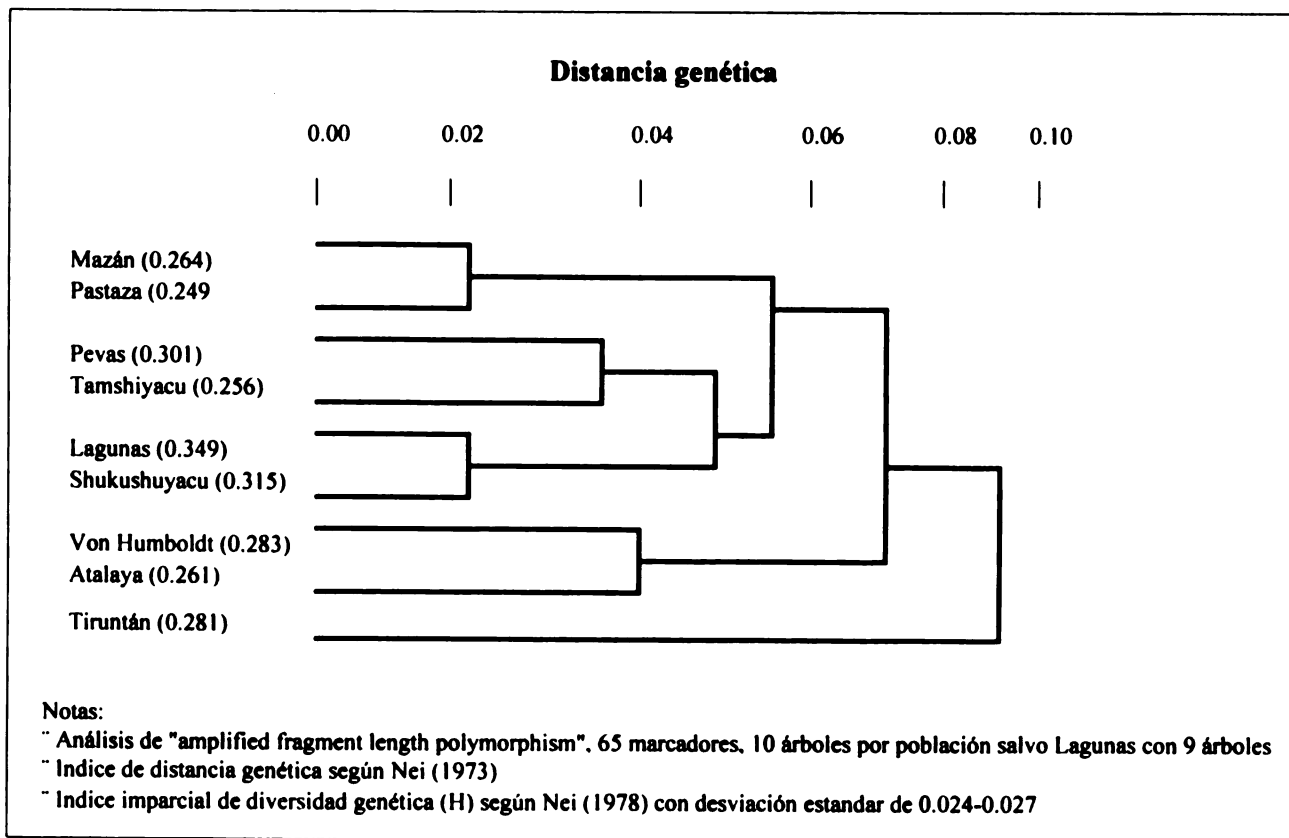
Los resultados del estudio molecular de *C. spruceanum* ayudaron a dar recomendaciones para el manejo y

conservación de la diversidad genética (Russell *et al.* 1999):

- Existen diferencias genéticas entre las poblaciones ($P < 0.001$, Análisis de varianza molecular), entonces es importante coleccionar germoplasma de varias poblaciones para evaluación en pruebas de procedencias.
- La mayoría de la variación genética (90.6%) se encuentra dentro de las poblaciones, y algunas poblaciones son significativamente más diversas que otras (Fig. 2, índice de diversidad de la población en paréntesis). Entonces, si esas diversas poblaciones tienen buen comportamiento en los ensayos de procedencias, su semilla será prioritaria para su multiplicación y distribución a los agricultores, porque su amplia diversidad reduciría el riesgo de depresión por consanguinidad en rodales de generaciones futuras, y ayudaría a asegurar la adaptación de los rodales a cambios medioambientales en el futuro.
- Existe en general una correspondencia entre la distancia geográfica y la distancia genética, que se muestra en la diferenciación de las 9 poblaciones en 5 grupos: Lagunas-Shucushayacu, Pevas-Tamshiyacu, Mazán-

Pastaza, Von Humboldt-Atalaya, Tiruntán (Fig. 2). Existen diferencias genéticas entre los 5 grupos ($P < 0.001$), entre las poblaciones dentro los grupos ($P < 0.01$), y entre árboles dentro las poblaciones ($P < 0.001$). Entonces se debe considerar la zonificación de semillas, por lo menos en base a los grupos.

- Hay evidencia, pero no definitiva, de la dispersión de semilla y consecuentemente la migración de genes por río. En general hay más diversidad dentro poblaciones bajo la confluencia de los ríos tributarios que arriba, pero las diferencias no fueron significantes estadísticamente (Fig. 2: Pevas vs. Mazán y Tamshiyacu; Lagunas vs. Pastaza y Shucushayacu). Otra observación relevante es que las poblaciones de Pastaza y Mazán son genéticamente similares pero geográficamente muy distantes. Las poblaciones están ubicadas por los ríos Pastaza y Napo, y los orígenes de ambos ríos son geográficamente muy cerca en la amazonía del Ecuador. Entonces, es posible que las poblaciones de Pastaza y Mazán sean similares genéticamente por la migración de genes de esa área en el Ecuador.



Fuente: Russell *et al.* (1999)

Figura 2. Fenograma de distancia genética de 9 poblaciones naturales de *Calycophyllum spruceanum* de la selva amazónica peruana. Diversidad genética dentro de las poblaciones está indicada en paréntesis.

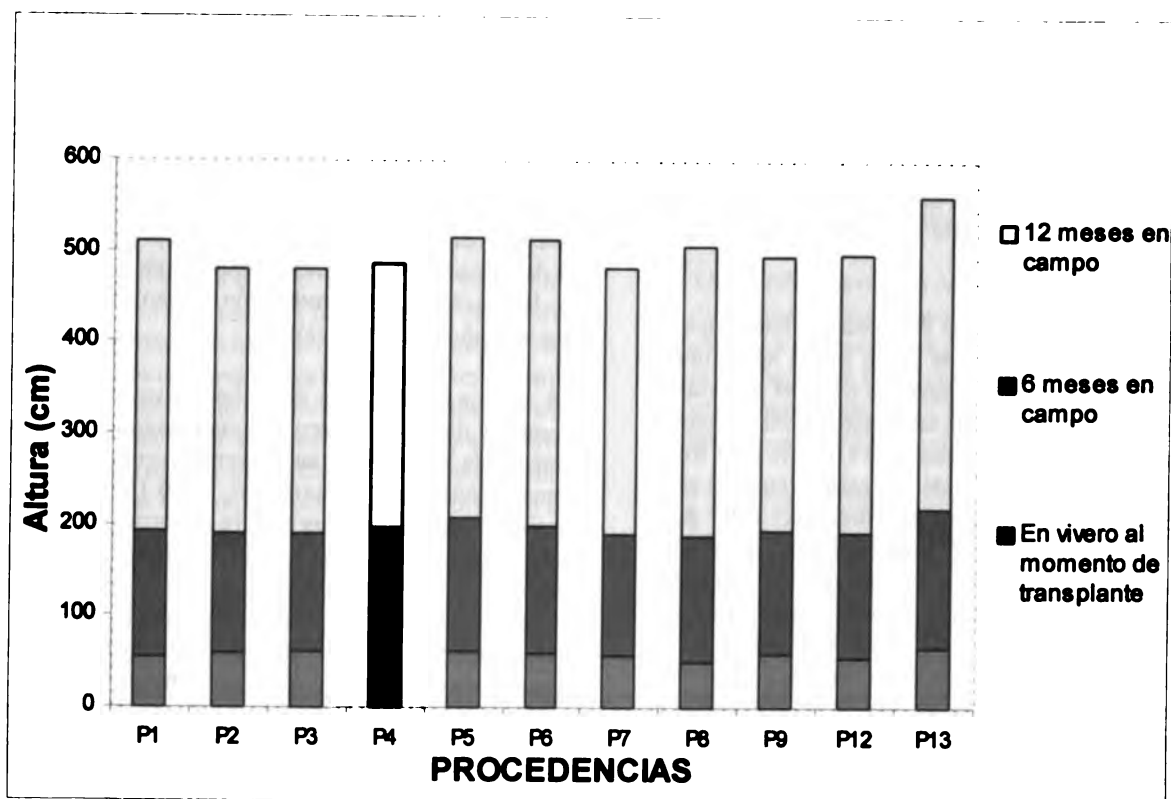
Ensayos de procedencias. Los objetivos generales de los ensayos de procedencia son: identificar procedencias más adaptadas a las diferentes condiciones ambientales; y entender patrones geográficos de la variación en rasgos comerciales (como calidad de madera) y de adaptación (como tolerancia a la sequía e inundaciones). Los ensayos de *C. spruceanum* y *G. crinita* fueron establecidos en el terreno de agricultores en la cuenca del Río Aguaytía en 1997 y 1998.

El comportamiento de las procedencias en el vivero puede ser un índice de su comportamiento en el campo definitivo. En ese sentido, se evaluó el crecimiento de las procedencias de *G. crinita* y *C. spruceanum* en vivero y se planteó la evaluación de crecimiento cada 6 meses en campo durante 36 meses (*G. crinita* - bloque completo con las 11 procedencias, 20 repeticiones, y parcelas de 36 árboles por procedencia; *C. spruceanum* - bloque no completo con 10 procedencias, 10 repeticiones, y parcelas de 16 árboles por procedencia). A la fecha con la evaluación de crecimiento al momento del trasplante y las evaluaciones realizadas a los 6 y 12 meses en campo, se obtuvo los siguientes resultados preliminares:

- Hay diferencias significativas de altura entre las procedencias de *G. crinita* y *C. spruceanum* en vivero, y a los 6 y 12 meses en campo (todas $P < 0.001$).
- En caso de *G. crinita* que crece muy rápido en los primeros años, la procedencia local de la cuenca - Von Humboldt - tiene mejor crecimiento que las otras procedencias después de 12 meses (Prueba de Duncan $P < 0.05$, Fig.3).
- En caso de *C. spruceanum*, que no crece tan rápido en los primeros años como *G. crinita*, todavía no se puede notar la superioridad de una procedencia después de 12 meses de campo.

Con base en los resultados preliminares, se dan las siguientes recomendaciones:

- Si no hay resultados de estudios de procedencia, sería recomendable para la reforestación de una zona, utilizar la procedencia local de la zona o una procedencia de otra zona con las mismas condiciones ambientales.
- Para especies maderables de rápido crecimiento y corta rotación, se puede seleccionar procedencias por altura después de pocos años de evaluación en el campo. Pero, eso debería ser complementado después con análisis de propiedades físicas de la madera.



P1= Shucushuyacu; P2=Lagunas; P3=Pastaza; P5=Jenero Herrera; P6= Tamshiyacu; P7=Mazán; P8=Pevas; P9=Atalaya; P12=Tiruntán; P13=Von Humboldt.

Figura 3. Variación en altura entre 11 procedencias de *Guazuma crinita*, probadas en la cuenca del río Aguaytía, Perú (1998).

- Si no hay resultados de estudios de procedencias, sería recomendable para la reforestación de una zona utilizar la procedencia local de la zona o una procedencia de otra zona con las mismas condiciones ambientales.

Pruebas de progenie. Las pruebas de progenie dan información sobre la heredabilidad de los rasgos y otros parámetros necesarios para desarrollar un plan de mejoramiento genético, tales como las correlaciones genéticas entre rasgos e interacciones entre genotipo y medioambiente. Para establecer pruebas de progenie se hicieron otras colectas de *C. spruceanum* y *G. crinita* en 1998. Los agricultores en la cuenca del Río Aguaytía seleccionaron más de 200 árboles de cada especie. Sus criterios de selección incluyeron características comerciales tales como la forma del fuste y de la copa. Las pruebas serán establecidas en campo de agricultores en 1999.

La variedad domesticada de *B. gasipaes* en la cuenca del Río Huallaga tiene considerable potencial comercial (Mora Urpi *et al.* 1997). Las palmas de esa variedad no tienen espinas o tienen pocas. Se hizo la recolección de *B. gasipaes* en dos zonas de esa cuenca en 1997 y 1999, para establecer pruebas de progenie. Los agricultores seleccionaron 100 individuos en la primera colecta y 300 en la segunda, basados principalmente en calidad de fruto y otras consideraciones de mercado. Las pruebas de progenie con germoplasma colectado en 1997 fueron establecidas en campo de agricultores en las cuencas de los ríos Huallaga y Aguaytía en 1997 y 1998 respectivamente, y las pruebas de progenie con germoplasma colectado en este año serán establecidas en noviembre.

Se está probando la eficiencia de selección fenotípica en *C. spruceanum* e *I. edulis*, es decir, si los agricultores pueden efectivamente identificar los mejores individuos en el campo. Los agricultores en la cuenca del Río Aguaytía seleccionaron sus mejores árboles de *I. edulis* para fruto, los mejores para producción de biomasa, y otros al azar. Se colectaron semillas de esos árboles en 1997 para establecer parcelas de evaluación en campo de agricultores en 1998. Se espera, por ejemplo, que los árboles seleccionados por fruto deberían producir mejor fruto que los árboles colectados al azar. Pero no se sabe si es realmente efectiva la selección en el campo, por que hay mucha variación ambiental que puede afectar el comportamiento del árbol. En el caso de *C. spruceanum*, los agricultores seleccionaron los árboles por sus características comerciales y otros al azar en 1998; las parcelas de evaluación serán instaladas en 1999.

Transformación de ensayos genéticos para la producción de germoplasma. Tradicionalmente han sido establecidos huertos semilleros siguiendo un proceso de tres etapas. Primero, se selecciona los mejores árboles madre con base en el comportamiento de su progenie en una prueba de progenie. Segundo, se colecta material vegetativo o semillas de los árboles madre seleccionados. Tercero, se establecen los huertos semilleros de clones (HSC) o de plántulas (HSP). La ventaja principal de los HSC, comparado con HSP, es una mayor ganancia genética, puesto que se puede identificar los mejores árboles madre en la prueba, y después establecer clones de esos árboles en el huerto semillero. Entonces las semillas producidas son de cruces solamente entre los mejores genotipos seleccionados.

Una desventaja de los tipos tradicionales de HSC y HSP puede ser el largo tiempo y alto costo necesario para las tres etapas. También, hay que cuidar todos los árboles madre durante la etapa de prueba, y cuidar los árboles madre seleccionados durante la etapa de colecta de semilla o tejido vegetativo. En la amazonía peruana se practican la extracción selectiva de árboles maderables, y todavía no se ha implementado un plan sostenible para el manejo forestal. Las empresas forestales y agricultores cortan los mejores árboles y no tienen la costumbre de cuidar ni reponer los árboles semilleros de buena calidad. En esa región por ahora, entonces, sería muy difícil proteger los árboles madre durante la etapa de la prueba de progenie.

Como alternativa, sobre todo para los agricultores con pocos recursos de la amazonía peruana, se esta promoviendo tipos de huertos semilleros no tradicionales. Esa alternativa involucra dos etapas: la prueba de progenie (o de procedencia), y la transformación de las replicas de la prueba para la producción de semillas después de algunos años de evaluación.

La ventaja aparente de esta alternativa es el ahorro de tiempo y dinero en la producción de semilla mejorada y certificada, pero hay varias desventajas comparado con los tipos tradicionales (Vidaurre *et al.* 1999). Una es el conflicto potencial que podría surgir entre la necesidad de realizar aclareos a una edad temprana en la prueba, para mejorar la formación y calidad de la copa, pero a una edad cuando la correlación juvenil-maduro puede todavía ser baja. Otra desventaja es el distanciamiento desigual entre los árboles después de un raleo de las peores familias. Además, cada repetición de la prueba típicamente tiene parcelas para las familias, y cada parcela tiene varios árboles. Entonces, si se mantiene más de un árbol dentro la parcela, se aumentará la consanguinidad en las semillas por cruces entre hermanos. Para mantener distanciamientos más uniformes entre los árboles y evitar el aumento en consanguinidad, se puede seleccionar un gran número de familias para quedarse, seleccionar solo un árbol dentro la parcela de

cada familia y raleo los otros árboles. La ganancia será menos que en un HSP tradicional por que no se aprovecha completamente de la selección entre familias. Otra desventaja puede ser la ubicación del huerto: normalmente se establecen las pruebas en sitios típicos de reforestación, los cuales no siempre son adecuados para la producción de semilla, ni aún con un buen manejo.

Esta metodología incluye la colecta de por lo menos 150 árboles seleccionados fenotípicamente por los agricultores e investigadores, y establecimiento de la prueba de progenie en terrenos de agricultores. Se establecieron 10-20 repeticiones de la prueba en diferentes condiciones ambientales. Por ejemplo, las repeticiones de nuevas pruebas de *B. gasipaes*, *C. spruceanum* y *G. crinita* estarán ubicadas en tres diferentes tipos de suelos y en áreas de 1800 hasta 3500 mm de precipitación anual en la cuenca del Aguaytía. Cada repetición contendrá una parcela para la progenie de cada árbol madre, y cada parcela contendrá dos progenies. Después de algunos pocos años (2-5) de evaluación por los agricultores e investigadores, serán seleccionados el mejor árbol dentro cada parcela, y se cortará el otro. También se ralearán algunas familias con mal comportamiento. El comportamiento de la familia puede variar de una repetición a otra, dependiendo del tipo de suelo y precipitación anual (interacción entre genotipo y medioambiente): entonces, probablemente no se mantendrán las mismas familias en todas las repeticiones. Después del raleo, se manejará los árboles seleccionados en cada repetición para la producción de semilla, y los rebotes de los árboles raleados para otros productos (por ejemplo: maderas aserradas de pequeñas dimensiones de *C. spruceanum* y *G. crinita*, palmito de *B. gasipaes*).

Los ensayos de procedencias de *C. spruceanum* y *G. crinita* también se pueden manejar para la producción de semilla. Estas áreas de producción se denominan técnicamente como rodales semilleros de procedencia reconocida, sin embargo en la amazonía peruana la terminología utilizada para este proceso de producción de semillas se conoce como huertos semilleros, y es el término que se emplea en este documento. Después de pocos años de evaluación, se identificarán las mejores procedencias para las diferentes condiciones ambientales en la cuenca del Aguaytía. Probablemente se manejarán algunas repeticiones para semilla de una procedencia, y otras para semilla de otra procedencia, porque se espera interacción entre procedencia y medioambiente. Por ejemplo, si la procedencia de Pevas de *G. crinita* es la mejor en un tipo de suelo, y hay cinco repeticiones en ese tipo de suelo, se manejarán las cinco repeticiones para la producción de semilla de Pevas: selección y raleo de 50% de los árboles en la parcela de Pevas en cada una de las cinco repeticiones, raleo de todos los árboles de las otras procedencias, colecta y mezcla de semilla de Pevas de las cinco repeticiones. También se manejarán los rebotes para la producción de listones.

Los huertos semilleros tendrán la función de producir semilla seleccionada y también de conservar los recursos genéticos valiosos de las especies en forma *ex situ*. En base a los ensayos de procedencias, se recomendarán a las instituciones nacionales y locales que manejen los rodales naturales de las mejores procedencias para la producción de semilla de calidad fisiológica y la conservación *in situ* de los recursos genéticos. Pero, como se mencionó anteriormente, sería difícil asegurar la protección de árboles semilleros en rodales naturales.

Se está promoviendo la producción de semillas y plantones de alta calidad en campo de agricultores como nuevo tipo de micro-empresa. Los agricultores con huertos semilleros también tendrán viveros forestales familiares para la producción de plantones de germoplasma seleccionado (Vidaurre *et al.* 1999). Los agricultores estarán organizados en redes para la comercialización de las semillas, plantones y otros productos de los huertos y viveros, y para el manejo y la conservación de los recursos genéticos de las especies arbóreas prioritarias en sus terrenos.

CONCLUSIONES

Beneficios económicos, sociales y ambientales del proyecto:

- Los resultados preliminares indican que hay mucha variación genética en rasgos comerciales entre las procedencias, que puede ser muy útil dentro de un programa de mejoramiento genético.
- Las familias agrícolas dentro las redes se beneficiarán directamente por la venta de semillas y plantones de alto valor de las especies arbóreas agroforestales, y con la plantación en sus terrenos podrán aprovechar a corto plazo madera de mejor calidad, y probablemente con un mayor beneficio económico.
- Los otros agricultores en la cuenca amazónica tendrán acceso a semillas y plantones con mayor potencial de producción.
- El intercambio de germoplasma seleccionado entre las redes de diferentes cuencas también aumentará la diversidad genética a nivel de la región.
- En el aspecto ambiental, los recursos genéticos valiosos de las especies se incrementarán en las cuencas a través de la multiplicación, distribución, intercambio y uso de este germoplasma seleccionado, y serán conservados en forma *ex situ* en los huertos semilleros.

- ♦ En el aspecto social, con el enfoque de género se obtendrá una información completa de la percepción de los agricultores y la mejora de la calidad de vida de las mujeres y la familia en relación a su entorno social.

Agradecimientos:

Por su apoyo financiero a: Banco Interamericano de Desarrollo (BID); al Gobierno de España (AECI); la Comunidad Europea (CE), los Países Bajos y Noruega a través de la Iniciativa Global para Alternativas al Corte y Quema del CGIAR; al Department for International Development (DFID) de Inglaterra, y al Winrock International Institute for Agricultural Development a través del Programa de Desarrollo Alternativo de USAID-CONTRADROGAS. A las instituciones peruanas por su estrecha colaboración: el Ministerio de Agricultura, el Comité de Reforestación, el Instituto Nacional de Investigación Agraria, el Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana, el Instituto Nacional para los Recursos Naturales, y varias Municipalidades Distritales. Un reconocimiento a los siguientes técnicos forestales por sus valiosas contribuciones: Holder Ocmín, Jaquelin Barbarán, Hamlet Torres y Eduardo López.

REFERENCIAS

- Awise, J.C. 1994. *Molecular Markers, Natural History and Evolution*. New York, USA. Chapman & Hall.
- Brodie, A.W., Labarta-Chávarri, R. A.; Weber, J.C. 1997. Tree germplasm management and use on-farm in the Peruvian Amazon: a case study from the Ucayali region, Peru. Research report, Overseas Development Institute, London and International Centre for Research in Agroforestry, Nairobi, Kenya.
- Dawson, I., Were, J.; Sotelo Montes, C.; Weber, J.C. 1998. Algunas guías sobre la colección de germoplasma arbóreo. *Agroforestería en las Américas* 5(19):32-36.
- Franzel, S., Jaenicke, H.; Janssen, W. 1996. *Choosing the Right Trees: Setting Priorities for Multipurpose Tree Improvement*. The Hague, The Netherlands. ISNAR Research Report No. 8.
- Labarta Chávarri, R.A.; Weber, J.C. 1998. Valuación económica de cinco especies agroforestales de la cuenca amazónica del Perú. *Revista Forestal Centroamericana* 23:12-21.
- Mora Urpi, J., Weber, J.C.; Clement, C.R. 1997. Peach palm (*Bactris gasipaes* Kunth). Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops. 20. Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute, Rome, Italy. 83 pp.
- Morgenstern, E.K. 1996. *Geographic Variation in Forest Trees - Genetic Basis and Application of Knowledge in Silviculture*. University of British Columbia Press, Vancouver, BC, Canada.
- Potters, J. 1997. *Farmers' Knowledge and Perceptions About Tree Use and Management - the Case of Trancayacu, a Peruvian Community in the Amazon*. M.Sc. Thesis, Department of Forestry, Wageningen Agricultural University, Wageningen, The Netherlands.
- Russell, J.R., J.C. Weber, A. Booth, W. Powell, C. Sotelo Montes y I.K. Dawson. 1999. Genetic variation of riverine populations of *Calycophyllum spruceanum* in the Peruvian Amazon Basin, revealed by AFLP analysis. *Molecular Ecology* 8:199-204.
- Simons, A.J., MacQueen, D.J.; Stewart, J.L. 1994. Strategic concepts in the domestication of non-industrial trees. In: Leakey, R.B. and A.C. Newton. (eds.) *Tropical Trees: the Potential for Domestication and the Rebuilding of Forest Resources*. HMSO, London, England. Pp. 91-102
- Sotelo Montes, C.; Weber, J.C. 1997. Priorización de árboles agroforestales en la cuenca amazónica del Perú. *Agroforestería en las Américas* 4(14):12-17.
- Sotelo C. 1999. Experiencias en la actividad agroforestal en la amazonía peruana: un enfoque de género.
- Toledo, E. 1999. Estudio sobre certificación de semillas de árboles y potencial de mercado de los productos agroforestales. Informe de ICRAF-Winrock. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería. Pucallpa, Perú.
- Vidaurre, H., Sotelo, C.; Weber, J.C.; Rocca, L. 1999. Manual de huertos semilleros en base de pruebas genéticas. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería. Pucallpa, Perú.
- Vidaurre, H., Sotelo, C.; Weber, J.C.; Rocca, L.; Chávez, J. 1999. Manual de viveros forestales familiares. Centro Internacional para la Investigación en Agroforestería, Pucallpa, Perú.
- Weber, J.C., Sotelo Montes, C.; Labarta Chávarri, R. 1997. Tree domestication in the Peruvian Amazon Basin - working with farmers for community development. *Agroforestry Today* 9(4):4-8.
- Weber, J.C., R.L. Labarta Chávarri, C. Sotelo Montes, A.W. Brodie, E. Cromwell, K. Schreckenberg y A.J. Simons. 1999. Farmers' use and management of tree germplasm: case studies from the Peruvian Amazon Basin. In Simons, A.J., Kindt, R., Place, F. (Eds.) *Proceedings of an International Workshop on Policy Aspects of Tree Germplasm Demand and Supply*, ICRAF. 6-8 October 1997, Nairobi. Kenya.

“Evaluación de un ensayo de procedencias-progenies de *Vochysia guatemalensis* a los ocho años de edad, con fines de conversión en huerto semillero

Francisco Mesén¹;
Jonathan Cornelius²

INTRODUCCION

Vochysia guatemalensis (San Juan, mayo, chanco blanco) originario de los bosques tropicales lluviosos de América tropical, desde México hasta Panamá. Alcanza alturas de hasta 55 m y diámetros de hasta 1,5 m (Flores 1993). Por su buena forma y rápido crecimiento está recibiendo cada vez más atención para programas de reforestación en las zonas bajas húmedas de Costa Rica (Cornelius y Mesén 1997, Espinoza y Butterfield 1989, González y Fisher 1994, Montagnini *et al.* 1993). Para evaluar la variabilidad genética de la especie y desarrollar fuentes de semilla mejorada, el CATIE, en colaboración con USAID y CAMCORE, inició en 1990 un programa de selección de árboles superiores a lo largo de la zona de distribución natural de la especie, para el establecimiento de ensayos de procedencia/progenie. Como resultado de este trabajo, fueron seleccionados 57 árboles en seis procedencias, cuatro de Costa Rica, una de Guatemala y una de Honduras, y la progenie establecida en tres sitios en Costa Rica: dos en Sarapiquí, Heredia y uno en terrenos del CATIE en Turrialba. Algunos resultados de los ensayos establecidos en Sarapiquí han sido publicados por Cornelius y Masís (1994) y Cornelius y Mesén (1997). Este artículo informa sobre la variación genética en diámetro y forma del fuste a nivel de procedencias y progenies en el ensayo establecido en el CATIE, a los ocho años de edad. Además, se presentan estimaciones de ganancia genética y recomendaciones para la conversión del ensayo en un huerto semillero de plántulas.

MATERIALES Y METODOS

El ensayo fue plantado en octubre de 1990 en el sitio conocido como Puente Cajón, en la finca experimental del CATIE, Turrialba, Costa Rica, ubicado a 9°53' latitud N, 83°38' longitud O, a una altitud de 602 msnm, con una precipitación y temperatura promedio anuales de 2661 mm

y 21.6 °C, respectivamente. El sitio se encuentra fuera del rango geográfico natural conocido de la especie, pero dentro de la zona de vida bmhPT (Holdridge 1967), dentro de la cual la especie crece naturalmente en otras partes de su rango (Corea snt). El sitio es plano, y antes de la plantación el área se encontraba abandonada, invadida por pasto guinea (*Panicum maximum*) y Musaceae. El área donde se ubican los bloques I a III fue plantada en 1968 con una repetición completa de un ensayo de 77 especies, la cual todavía ocupaba el sitio hasta el momento del establecimiento y fue talada antes de establecer el presente ensayo. La maleza fue cortada manualmente, seguida de una aplicación de Round up al 1%; además, se hizo una rueda manual de 1m de diámetro alrededor de cada hoyo.

El suelo del horizonte A y el subsuelo son en general arcillosos, con mayor fertilidad en el área donde se ubican los bloques I a III (Cuadro 1).

El diseño experimental consistió de bloques completos al azar con nueve repeticiones y parcelas de seis árboles en línea por progenie, con al menos dos árboles externos de borde alrededor de todo el ensayo. Las procedencias fueron aleatorizadas dentro de cada bloque, y las progenies aleatorizadas dentro de sus respectivas procedencias. Los árboles fueron plantados a un espaciamiento de 3 x 3m.

Los tratamientos consistieron de 46 progenies de polinización abierta, derivadas de árboles plus seleccionados en rodales naturales dentro de seis procedencias: Izabal, Guatemala (22 progenies); La Ceiba, Honduras (6 progenies); y cuatro procedencias costarricenses: Florencia, San Carlos (2 progenies), Guápiles (6 progenies), Siquirres (3 progenies) y San Miguel de Sarapiquí (7 progenies). Además, se incluyó un lote testigo de un árbol semillero de San Miguel de Sarapiquí, proporcionado por la Organización para Estudios Tropicales (OTS). La selección de los árboles plus se basó principalmente en rectitud del fuste y superioridad en altura y dap con respecto a los árboles vecinos. Los detalles geográficos y climáticos de las procedencias se muestran en el Cuadro 2.

¹ Unidad de Silvicultura de Plantaciones, Genetista Forestal, CATIE.

² Proyecto Efectos Genéticos de la Fragmentación Forestal, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Características del suelo del ensayo de procedencias / progenies de *V. guatemalensis* en el CATIE, Turrialba, Costa Rica

Horizonte	pH (H ₂ O)	P (g ml ⁻¹)	Ca (meq/100 ml suelo)	Mg (meq/100 ml suelo)	K (meq/100 ml suelo)	Clase textural
Bloques I-III						
A	6.0	5.0	14.25	4.17	0.55	Fr. arcilloso límite arcilloso
B	5.8	2.0	8.75	1.87	0.29	Arcilloso
Bloques IV-IX						
A	5.7	4.0	7.25	2.70	0.53	Arcilloso
B	5.5	2.0	5.50	1.87	0.32	Arcilloso

Cuadro 2. Información geográfica y climática de las procedencias incluidas en el ensayo de procedencias/progenies de *V. guatemalensis* del CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Procedencia	Latitud (N)	Longitud (O)	Precipitación promedio anual (mm)	Altitud (msnm)	Número de meses con < 80 mm lluvia
Florencia, CR	10°22'	84°31'	3118	160	2
Guápiles, CR	9°31'-9°32'	83°42'-83°43'	4494	250	0.4
San Miguel, CR	10°19'	84°11'	4532	500	0.6
Siquirres, CR	10°07'	83°32'	3863	60	0.3
La Ceiba, Honduras	15°47'	86°50'	2857	8	2
Izabal, Guatemala	15°38'	88°32'	1750	40	nd*

* información no disponible

A los ocho años de edad fue medido el diámetro a la altura del pecho (dap) y la rectitud del fuste (escala arbitraria de 1-3, donde 1 es el más recto) de todos los árboles, además de presencia de bifurcaciones bajas. Los bloques VI a IX habían sido eliminados para la siembra de caña, de manera que el análisis incluyó únicamente los bloques I a V. Para el análisis de procedencias no fueron incluidas las procedencias Florencia y Siquirres, ya que se considera que se requiere un mínimo de cinco progenies para una muestra representativa de la procedencia (Cotterill 1990). En el análisis de las progenies sí fueron incluidos los 47 lotes de semillas.

Se realizaron análisis de varianza para dap y rectitud del fuste separadamente para procedencias y progenies, seguidos por pruebas de Tukey, usando el programa SAS (SAS Institute Inc. 1988). No se realizaron análisis para porcentaje de árboles bifurcados, ya que el porcentaje total de bifurcaciones para todo el ensayo fue menor al 2%.

Los valores genotípicos de las procedencias fueron estimados mediante la fórmula de Kung (1979):

$$Z = \mu + (\sigma_p^2 / (\sigma_p^2 + \sigma^2 / b)) (y - \mu)$$

donde

Z = valor genotípico

μ = promedio general de las procedencias

σ² = componente de varianza debido a procedencias

σ² = varianza residual

b = número de bloques

y = media de la procedencia

El valor (σ_p² / (σ_p² + σ² / b)) es conocido como factor de contracción (Kung 1979), equivalente a la heredabilidad (H²) de las procedencias (Burley y Wood 1979). El término (σ_p² / (σ_p² + σ² / b)) (y - μ) corresponde a la ganancia genética asociada con la selección de procedencias.

La heredabilidad en el sentido estricto a nivel de progenies (h²_r) fue estimada mediante la siguiente fórmula (Wright 1975, Zobel y Talbert 1984):

$$h^2_r = \sigma_r^2 / (\sigma^2 / nb) + (\sigma_b^2 / b) + \sigma_r^2$$

donde

σ_r² = componente de varianza debida a progenies

σ² = varianza residual

n = árboles por parcela

b = número de bloques

σ_b² = componente de varianza debida a la interacción progenie-bloque

También se realizaron estimaciones de heredabilidad en el sentido estricto a nivel de árbol individual (h^2) mediante la fórmula: $4\sigma_f^2 / \sigma^2 + \sigma_b^2 + \sigma_r^2$ (Wright 1975, Zobel y Talbert 1984).

La ganancia genética esperada producto del aclareo del ensayo fue estimada mediante la fórmula $(y_i - \bar{y}) h^2_f$, donde y_i = media fenotípica de las progenies seleccionadas, \bar{y} = media de todas las progenies y h^2_f = heredabilidad familiar en el sentido estricto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Crecimiento

El dap promedio para el ensayo a los ocho años de edad fue de 20,2 cm y el promedio de altura, basado en una muestra aleatoria, fue de 12,8 m. Esto equivale a incrementos medios anuales de 2,5 cm en dap y 1,6 m en altura. Cornelius y Mesén (1997) informaron de incrementos de 4 cm y 2,6 m para dap y altura, respectivamente, para una replicación de este mismo ensayo en Sarapiquí, Costa Rica, a los 3,5 años de edad. En esta misma zona y para árboles de la misma edad, Montagnini *et al.* (1997) informaron de crecimientos medios anuales de 3,4 cm en dap y 3,3 m en altura en plantaciones puras, mientras que el incremento medio anual en dap en parcelas mixtas fue de 5,1 cm. Los menores valores encontrados en este ensayo pueden ser el resultado de la calidad de sitio, el descenso natural en crecimiento corriente debido al incremento en la edad de los árboles y al escaso mantenimiento que sufrió el ensayo durante algunos años, como resultado de la finalización del proyecto responsable del establecimiento.

Análisis de las procedencias

El análisis de varianza detectó diferencias significativas entre procedencias, tanto para dap ($p = 0.022$) como para rectitud del fuste ($p = 0.026$). En el caso de dap, las procedencias La Ceiba, San Miguel e Izabal no mostraron diferencias significativas entre sí, pero las dos primeras fueron significativamente superiores a la procedencia Guápiles (Cuadro 3). En cuanto a rectitud del fuste, la procedencia Izabal mostró los menores valores (mayor rectitud), pero únicamente diferente de la procedencia San Miguel (Cuadro 3).

Cuadro 3. Promedios de dap, rectitud del fuste y significancia (Tukey 5%) para cuatro procedencias de *V. guatemalensis* en el ensayo de procedencias - progenies en el CATIE, Turrialba, a los ocho años de edad.

Procedencia	dap (cm)	Rectitud*
La Ceiba	21,11a**	2,05ab
San Miguel	21,06a	2,20b
Izabal	19,80ab	1,83a
Guápiles	18,68b	1,96ab

* Escala arbitraria 1-3, donde 1 equivale al árbol más recto

**Medias con la misma letra no son significativamente diferentes (Tukey 5%)

Los valores de heredabilidad (H^2) para las procedencias fueron de 0,69 para dap y de 0,68 para rectitud del fuste. Las diferencias entre procedencias en cuanto a dap fueron mínimas, lo cual se reflejó en la escasa ganancia genética estimada para esta característica mediante la selección entre procedencias (Cuadro 4). Las ganancias esperadas fueron mayores para rectitud del fuste (Cuadro 5). La variación dentro de procedencias fue mayor que entre procedencias, lo cual indica que es posible lograr mayores ganancias seleccionando a nivel de progenies dentro de procedencias y de individuos dentro de progenies, como es ampliamente reconocido (Shelbourne 1969, Zobel y Talbert 1984).

En una repetición de este ensayo establecida en Sarapiquí, Costa Rica, Cornelius y Masís (1994) y Cornelius y Mesén (1997) encontraron que las procedencias locales San Miguel y Guápiles superaron significativamente en dap y altura a las procedencias Izabal y La Ceiba. El ensayo en Sarapiquí se encuentra dentro del rango natural de la especie, a menor altitud (40 msnm), con mayor precipitación (3700 mm) y con suelos más ácidos (pH = 4,8) que los del presente ensayo, lo cual puede explicar el comportamiento diferencial de las procedencias en ambos sitios y refuerza una vez más la necesidad de este tipo de ensayos antes de iniciar programas de reforestación a gran escala.

Cuadro 4. Valores fenotípicos, genotípicos y ganancias genéticas esperadas para dap en el ensayo de procedencias-progenies de *V. guatemalensis* en el CATIE, Turrialba, a los ocho años de edad

Procedencia	Valor	Valor	Ganancia	
	fenotípico	genotípico	(cm)	(%)
La Ceiba	21,11	20,82	0,66	3,27
San Miguel	21,06	20,78	0,62	3,08
Izabal	19,80	19,91	-0,25	-1,24
Guápiles	18,68	19,14	-1,02	-5,06
μ	20,16			

Cuadro 5. Valores fenotípicos, genotípicos y ganancias genéticas esperadas para rectitud del fuste en el ensayo de procedencias-progenies de *V. guatemalensis* en el CATIE, Turrialba, a los ocho años de edad

Procedencia	Valor fenotípico	Valor genotípico	Ganancia (%)	
Izabal	1,83	1,89	0,12	5,97
Guápiles	1,96	1,98	0,03	1,49
La Ceiba	2,05	2,04	-0,03	-1,49
San Miguel	2,20	2,14	-0,13	-6,47
μ	2,01			

Análisis de las progenies

Los análisis de varianza detectaron diferencias altamente significativas entre progenies para dap ($p = 0,006$) y diferencias significativas ($p = 0,014$) para rectitud del fuste. Sin embargo, la prueba de Tukey no detectó diferencias estadísticas en cuanto a rectitud del fuste, mientras que para dap, sólo encontró diferencias significativas entre la mejor progenie (Izabal 48, dap=23,5 cm) y la peor (Siquirres 4, dap=15,1 cm).

La heredabilidad familiar en sentido estricto fue de 0,15 para ambas características. La heredabilidad familiar generalmente es mayor que la heredabilidad a nivel de árbol individual, y su utilización da buenos resultados para características que muestran baja heredabilidad (Zobel y Talbert 1984). La heredabilidad a nivel de árbol individual para dap y rectitud del fuste para el presente ensayo fue de 0,03, lo cual concuerda con el concepto anterior e indica la posibilidad de obtener mayores ganancias genéticas mediante una selección inicial a nivel de progenies, seguida por la selección de individuos dentro de progenies.

La Fig. 1 muestra la dispersión de las progenies de acuerdo a su comportamiento para las dos características evaluadas. Los puntos dentro del cuadrante a) representan las progenies superiores al promedio tanto de dap como de rectitud del fuste, en tanto que los del cuadrante d) representan aquellas inferiores al promedio de ambas características.

Las pruebas de rango múltiple mostraron la presencia de progenies superiores para dap dentro de la mayoría de las procedencias; por ejemplo, de las 10 progenies superiores para dap, tres corresponden a Izabal, tres a San Miguel, dos a la Ceiba, una a Siquirres y una a Guápiles, mientras que para rectitud del fuste, las progenies de Izabal mostraron consistentemente mejor forma que las demás; de las 10 mejores progenies para esta característica, nueve corresponden a la procedencia Izabal. La superioridad de esta procedencia en cuanto a forma del fuste también fue

informada por Cornelius y Masís (1994) y Cornelius y Mesén (1997) para una repetición de este mismo ensayo en Sarapiquí, Costa Rica.

Las 10 progenies mejores en cuanto a dap superaron en 31% a las 10 peores, y en 13% al promedio del ensayo. Con relación a rectitud del fuste, la superioridad fue de 50% y 24% respectivamente. Cornelius y Mesén (1997) informaron de valores de superioridad de 13% y 43% en dap y rectitud, respectivamente, entre las cinco

mejores y las cinco peores progenies en el ensayo establecido en Sarapiquí, a los 3,5 años de edad. El lote testigo (identificado como 'test' en la Fig. 1), mostró valores prácticamente iguales a los promedios generales del ensayo para ambas características evaluadas. Por lo tanto, las ganancias de 13% en dap y 24% en rectitud del fuste indicadas arriba son un ejemplo de las posibles ganancias esperadas con respecto al uso de semilla de estas progenies establecidas en un huerto semillero, con relación al uso de semilla de árboles semilleros.

Para fines de conversión del ensayo en huerto semillero, fue calculado un índice combinado para seleccionar las progenies superiores tanto para dap como para rectitud del fuste. Considerando que la heredabilidad fue igual para ambos caracteres, se utilizó el siguiente índice aditivo:

$$(y_{dap} - \bar{y}_{dap}) / \sigma_{dap} + (y_{rf} - \bar{y}_{rf}) / \sigma_{rf}$$

donde y_{dap} = media de la progenie para dap

\bar{y}_{dap} = media general para dap

σ_{dap} = desviación estándar para dap

y_{rf} = media de la progenie para rectitud del fuste

\bar{y}_{rf} = media general para rectitud del fuste

σ_{rf} = desviación estándar para rectitud del fuste

Este índice permitió una estandarización de los valores de ambas variables, independientemente de su magnitud. Los índices obtenidos se muestran en el Cuadro 6. Idealmente, la selección debería basarse en un índice que considere la heredabilidad, la correlación entre características y los valores económicos relativos de cada carácter (Zobel y Talbert 1984). Sin embargo, la obtención de índices económicos apropiados es un impedimento para el uso de dichos índices.

El índice utilizado en este estudio permitió la identificación de 23 progenies con índices positivos, es decir, superiores al promedio estandarizado de ambas características en conjunto. Estas se indican en el Cuadro 6 y representan las progenies ubicadas por arriba de la línea inclinada en la Fig. 1. Para fines de aclareo, se sugiere una selección en dos pasos, inicialmente eliminando las progenies no

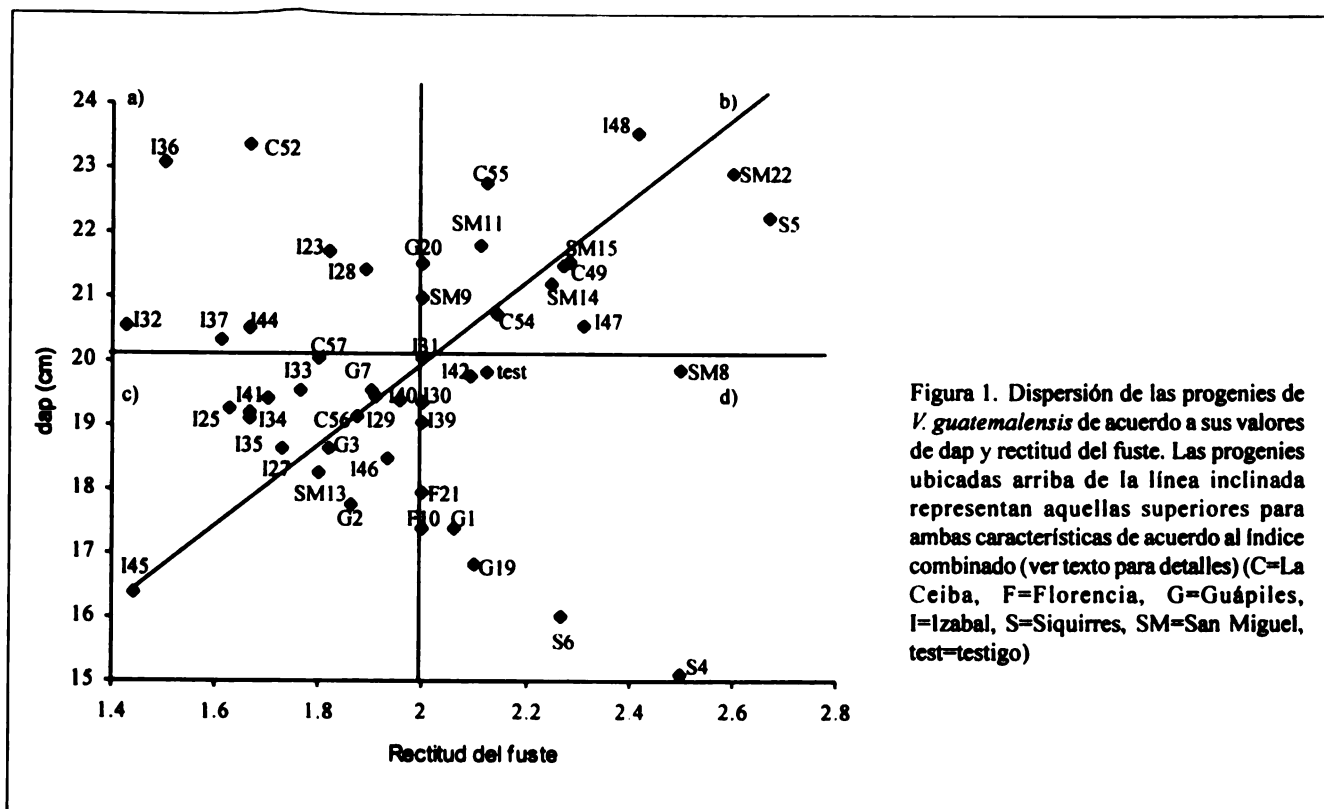


Figura 1. Dispersión de las progenies de *V. guatemalensis* de acuerdo a sus valores de dap y rectitud del fuste. Las progenies ubicadas arriba de la línea inclinada representan aquellas superiores para ambas características de acuerdo al índice combinado (ver texto para detalles) (C=La Ceiba, F=Florencia, G=Guápiles, I=Izabal, S=Siquirres, SM=San Miguel, test=testigo)

Cuadro 6. Ordenamiento de las progenies de *V. guatemalensis* de acuerdo al índice combinado de dap y rectitud del fuste (ver texto para detalles del índice), Turrialba, Costa Rica.

Progenie*	Índice	Progenie	Índice
I 36	3,32	C 56	-0,03
C 52	2,87	G 3	-0,08
I 32	2,25	C 54	-0,11
I 37	1,52	I 40	-0,14
I 23	1,49	C 49	-0,17
I 44	1,41	SM 15	-0,20
I 28	1,12	SM 13	-0,22
C 55	0,98	SM 14	-0,24
I 25	0,89	I 30	-0,33
G 20	0,78	I 42	-0,43
I 41	0,74	I 39	-0,50
I 34	0,72	Test	-0,55
C 57	0,71	SM 22	-0,56
I 35	0,68	I 45	-0,56
I 33	0,58	G 2	-0,68
SM 11	0,54	I 47	-0,79
SM 9	0,51	F 21	-1,06
I 48	0,37	S 5	-1,15
I 27	0,22	F 10	-1,37
G 7	0,10	G 1	-1,58
I 45	0,05	SM 8	-1,81
I 29	0,03	G 19	-1,99
I 31	0,01	S 6	-2,99
		G 2	-4,26

*G=Guápiles, S=Siquirres, F=Florencia, SM=San Miguel, I=Izabal, C=La Ceiba, Test= testigo

árboles (medios hermanos) dentro de las 23 progenies seleccionadas, para dejar el mejor árbol de cada parcela. Como se indicó anteriormente, existe una gran variación entre árboles dentro de progenies, y aun dentro de progenies inferiores, existen individuos sobresalientes. Por lo tanto, al momento del primer aclareo, se recomienda mantener algunos árboles clase I que ocasionalmente puedan aparecer en las progenies no seleccionadas. Además de contribuir sus genes al acervo genético del huerto y a aumentar la base genética de la semilla producida, estos árboles podrían ser utilizados eventualmente para selecciones de generación avanzada.

La selección de las 23 progenies mejores, junto con algunos árboles sobresalientes dentro de progenies no seleccionadas, resultaría al final de los aclareos en una densidad aproximada de 75-100 árboles por hectárea. Dependiendo del desarrollo del dosel, y considerando la arquitectura amplia de las copas de esta especie, puede ser necesario realizar un aclareo adicional. Una selección adicional para dejar, por ejemplo, los individuos de las 10 mejores progenies, resultaría en una densidad final de 50-75 árboles por hectárea.

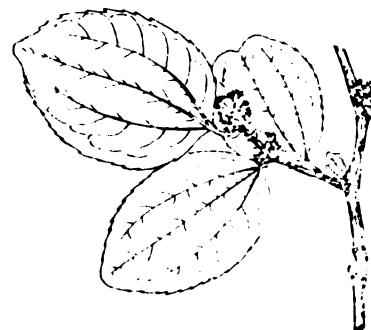
AGRADECIMIENTOS

A la U.K. Overseas Development Administration (ODA), la U.S. Agency for International Development (USAID) y al Department for Development Cooperation of the Royal Norwegian Ministry of Foreign Affairs por el apoyo económico para el establecimiento y mantenimiento del ensayo; a CAMCORE por el apoyo técnico; al Sr. Gustavo López por los análisis estadísticos, a los señores Oldemar Baeza, Marvin Hernández, José Masís y Carlos Castro por su apoyo en los trabajos de campo, y a los Srs. Alexis Ramírez y Gerardo Barquero por la toma de datos.

LITERATURA CITADA

- Burley, J; Wood, PJ. 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Department of Forestry. Commonwealth Forestry Institute. University of Oxford. Tropical Forestry Papers No. 10 & 10A. 233 + 64 p.
- Corea, E. snt. San Juan. Poster, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Revista Forestal Centroamericana.
- Cornelius, JP; Masís, J. 1994. Avances en el mejoramiento genético de *Vochysia guatemalensis*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales (C.R.) 9:11-15.
- Cornelius, JP; Mesén F. 1997. Provenance and family variation in growth rate, stem straightness, and foliar mineral concentration in *Vochysia guatemalensis*. Can. J. For. Res. 27:1103-1109.

- Cotterill, PP. 1990. Short note: number of families and progeny required for provenance testing. *Silvae Genetica* 39:82-83.
- Espinoza, M, Butterfield, R. 1989. Adpatabilidad de 13 especies nativas maderables bajo condiciones de plantación en las tierras bajas húmedas del Atlántico, Costa Rica. In: manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales con especies de uso múltiple. Edit. por R. Salazar. Actas Reunión IUFRO Grupo de Trabajo S1-07-09, Antigua, Guatemala. CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp. 159-172.
- Flores, EM. 1993. Chanco blanco (white yemeri). *Arboles y Semillas del Neotrópico*, 2:1-27.
- González, JE; Fisher, RF. 1994. Growth of native forest species planted on abandoned pasture land in Costa Rica. *For. Ecol. Manage.*, 70:159-167.
- Holdridge, LR. 1967. Life zone ecology. Rev. ed. San José, Costa Rica. Tropical Science Center.
- Kung, FH. 1979. Improved estimators for provenance breeding values. *Silvae Genetica* 28, 2-3:114-116.
- Montagnini, F; Sancho, F; González, E; Porras, C; Moulart, A; del Mónaco, A. 1997. Plantaciones forestales puras y mixtas con especies nativas para la reforestación de terrenos degradados en Costa Rica: estudio comparativo del crecimiento, daño por plagas, regeneración natural y costos de establecimiento. *Biocenosis*. 12(1):25-34.
- SAS Institute. 1988. SAS/STAT user's guide, release 6.03 ed. SAS Institute, Cary, N.C.
- Shelbourne, CJA. 1969. Tree breeding methods. New Zealand Forest Service, Technical Paper No. 55, 41 p.
- Wright, JA. 1975. Introduction to forest genetics. N.Y. Academic Press. 463 pp.
- Zobel, B; Talbert, J. 1984. Applied forest tree improvement. New York. Wiley. 505 p.



Plan interinstitucional para la conservación y uso de los recursos genéticos forestales en Costa Rica

Marta Liliana Jiménez¹

ANTECEDENTES

Durante 1997, el Sistema Nacional de Areas de Conservación del Ministerio de Ambiente y Energía, definió las políticas para orientar la utilización y manejo responsable de los recursos naturales. Estas políticas se formularon en varias etapas, dentro de un proceso de planificación participativa con la incorporación del personal de las Areas de Conservación.

Los recursos genéticos son patrimonio nacional y por tanto, dependen de la aplicación de políticas nacionales claras para su uso y conservación, dentro de las acciones de las políticas específicas para el Area Estratégica de Fomento, se definió que institucionalmente se debe *promover y apoyar la conservación genética de los recursos naturales*.

Durante el proceso de consulta para la elaboración de la Estrategia Nacional de Conservación y Uso Sostenible de la Biodiversidad, los participantes señalaron la necesidad de manejar y conservar sosteniblemente los recursos genéticos.

Para atender este llamado, el Sistema Nacional de Areas de Conservación en conjunto con el Instituto Nacional de Biodiversidad y con el apoyo de otras instancias como la Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos, el Proyecto de Semillas Forestales (CATIE/DANIDA) y el Programa Desarrollo Campesino Forestal (DECAFOR-SINAC), se realizaron dos talleres con la participación de expertos en materia de recursos genéticos.

En el primer evento, se analizó la situación del país en recursos genéticos agrícolas, pecuarios y forestales, se establecieron acciones y mecanismos de seguimiento para fortalecer la conservación y uso de estos recursos.

En el segundo evento se discutió únicamente la problemática de los recursos genéticos forestales y se dictaron lineamientos para establecer un plan de acción

interinstitucional, dentro de los conceptos *conocer, usar y salvar* los recursos genéticos forestales como base para el progreso económico y social, la seguridad alimentaria, la mitigación de la pobreza y la conservación del medio ambiente.

El presente documento recopila la opinión y el interés de expertos e instituciones convocadas para definir dicho plan de acción nacional bajo el marco de la Estrategia Nacional de Biodiversidad.

DIAGNOSTICO DE ACCIONES REALIZADAS A NIVEL NACIONAL EN CONSERVACIÓN *IN SITU* Y *EX SITU* DE RECURSOS GENETICOS FORESTALES

Conservación *in situ*

La conservación *in situ* es el único método práctico disponible actualmente para conservar una gran variedad de ecosistemas, especies y genes que en la actualidad son vulnerables y que están amenazados o en peligro (FAO 1995).

Una solución que se ha planteado a este problema, es la existencia de un mosaico planificado de áreas protegidas, para lo cual Costa Rica ha definido 6 categorías de manejo y cuenta actualmente con un 25% del territorio nacional bajo áreas de protección. El Cuadro 1 ilustra las diferentes categorías de manejo en que se han dividido las Areas Silvestres Protegidas a nivel nacional.

El Anexo 1 presenta ejemplos de recursos forestales sobresalientes en algunas de las Areas Silvestres Protegidas. Los nombres científicos de las especies incluidas se registran en el Anexo 2.

Existen varias iniciativas en el país para identificar árboles semilleros de especies nativas, con fines experimentales principalmente y también para reproducir estas especies y fomentar la siembra y el manejo de las mismas. Ejemplo de esto es el proceso de selección de árboles semilleros realizado en la Estación Experimental Forestal Horizontes perteneciente al Area de Conservación Guanacaste,

¹ Profesional Enlace MINAE-PROSEFOR. Sistema Nacional de Areas de Conservación. MINAE. San José, Costa Rica.

E- mail: mjimenez @ ns.minae.go.cr

Cuadro 1: Extensión de áreas silvestres protegidas por categoría de manejo en Costa Rica

Categoría de manejo	Nº	Extensión (ha)	Territorio nacional (%)
Parque Nacional	24	522.777.80*	10.3
Reserva Forestal	12	286.185.00	5.6
Zona Protectora	31	184.496.00	3.6
Refugio de Vida Silvestre	39	181.693.16*	3.5
Humedal	14	50.465.00	1.0
Reserva Biológica	11	40.242.30	0.9
Monumento Nacional	1	217.90	0.004
Total	142	1,266.077.16	24.9

(*) No incluye extensión marina

Fuente: Mena y Artavia (1998)

Cuadro 2: Unidades de mejoramiento genético de especies forestales nativas establecidas en Costa Rica

Especie	No. y Tipo de Ensayos	Responsable	Ubicación
<i>Albizia guachapela</i>	1 Proc/Progenie 1 Banco clonal	CATIE CATIE	Abangares, Turrialba
<i>Alnus acuminata</i>	1 Proc/Progenie 1 Progenies	CATIE ITCR	Santa Cruz- Turrialba Zonas altas
<i>Bombacopsis quinata</i>	4 Huertos clonales	CACH	Hojancha, Liberia, Cañas
	1 Banco clonal 1 Proc/Progenie	CATIE CATIE	Turrialba Nandayure
<i>Calophyllum brasiliense</i>	1 Adapt/procedencia 1 Proc/Progenie 1 plantación mixta y en bloques	OET-ITCR-Duke U EARTH	Zona Sur Pocora
<i>Carapa guianensis</i>	Plantaciones puras y mezclas	EARTH	Pocora
<i>Cedrela odorata</i>	1 Proc/progenie 1 Banco clonal 1 ensayo clonal	CATIE	Turrialba Turrialba San Carlos
<i>Cedrela tonduzii</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>Cordia alliodora</i>	6 Progenie 5 Procedencias 1 Banco clonal 3 Ensayo clonal	CATIE	Turrialba-Upala y Turrialba- P.Zeledón y San Carlos Turrialba San Carlos
<i>Cornus desciflora</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas Altas
<i>Dipteryx panamensis</i>	1 Progenies 1 plantación pura y en mezcla	ITCR/COSEFORMA EARTH	Valle Azul, San Ramón Pocora
<i>Hieronyma alchormudes</i>	1 Adapt/Procedencia 1 Proc/Progenie 1 plantación mixta y en bloques	OET/ITCR/Duke U. EARTH	Zona Sur Pocora
<i>Quercus copeyensis</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>Swietenia humilis</i>	1 Progenies	CATIE-ACG-MINAE	Liberia-Guanacaste
<i>Swietenia macrophylla</i>	2 Procedencias 1 Progenies 1 Banco de Conservación	CATIE	Turrialba Upala y Los Chiles Turrialba
<i>Terminalia amazonia</i>	1 Adapt/Procedencias 1 Proc/Progenie 1 Progenies Plantación pura y en mezcla	OET-ITCR- Duke U CACPZ EARTH	Zona Sur Pérez Zeledón Pocora
<i>Ulmus mexicana</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>Virola koschnyi</i>	Plantación en bloques y mezclado	EARTH	Pocora
<i>Vachysia ferruginea</i>	1 Adapt/procedencia 1 plantación pura y en mezcla	OET-ITCR- Duke U EARTH	Zona Sur Pocora
<i>Vachysia guatemalensis</i>	4 Proc/Progenies 1 Banco clonal 1 plantación pura y en mezcla	CATIE y OET-ITCR- U. De Duke CACPZ EARTH	OET-Sarapiquí, Zona Sur, Turrialba Turrialba Pocora
<i>Zanthoxylum sp</i>	Plantaciones puras y mezclas	EARTH	Pocora

Fuente: Mesén (1996).
Murillo y Sandí, Com.
pers. (1999).

Cuadro 3: Unidades de mejoramiento genético de especies forestales exóticas establecidas en Costa Rica

Especie	Tipo de Ensayo	Responsable	Ubicación
<i>Acacia mangium</i>	1 Huerto Semillero de plántulas	MINAE	Horquetas de Sarapiquí
<i>Cupressus lusitanica</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>Eucalyptus deglupta</i>	2 Huertos Semilleros de plántulas	Co. Los Nacientes CATIE	Upala Tuis-Turrialba
<i>E. globulus</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>E. grandis</i>	Huerto Semillero de plántulas	CATIE	Tucurrique-Jiménez
<i>Gmelina arborea</i>	2 Huertos clonales 5 Huertos de plántulas 1 Progenies 10 Rodales Semilleros	Co. Ston Forestal Co. Los Nacientes CATIE Co. Ston Forestal CACH	Palmar Norte- Puntarenas San Carlos Hojancha, Upala, San Carlos Palmar Norte, Puntarenas Hojancha, Jicaral
<i>Pinus patula</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>Pinus radiata</i>	1 Progenies	ITCR	Zonas altas
<i>Tectona grandis</i>	1 Progenies 1 Proc/Progenies 8 Rodales Semilleros	CACH Co. Macori CACH	Hojancha, Jicaral Nicoya Hojancha, Cóbano, Jicaral

MINAE en donde han sido identificados alrededor de 500 árboles (ACG 1999).

El Proyecto COSEFORMA (GTZ) ha desarrollado un programa de selección de árboles semilleros en la región norte del país, donde se realizaron estudios de biología reproductiva, sistemas de recolección de semillas, manejo de semillas y reproducción. Lo mismo el establecimiento de parcelas para conocer su comportamiento en plantación.

Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* se refiere al mantenimiento de germoplasma fuera de su ambiente original y de la comunidad a la cual pertenece, principalmente por acción antrópica. Comprende la conservación en forma de semilla, polen o tejido, así como la conservación de material genético en colecciones vivas, como arboretos y bancos de clones, o en rodales de conservación especialmente establecidos al efecto (FAO 1995).

De acuerdo a Mesén (1996), Murillo y Sandí (1999, comunicación personal), diferentes instituciones nacionales e internacionales, han establecido en el país varios ensayos de mejoramiento genético de especies nativas y exóticas,

los cuales deben ser considerados como acciones de conservación *ex situ*.

Los cuadros siguientes resumen las unidades de mejoramiento genético de especies forestales nativas y exóticas establecidas en el país,

MARCO ESTRATEGICO Y PLAN DE ACCION

La información que se presenta seguidamente recopila la opinión solicitada a diferentes expertos en materia de recursos genéticos forestales, cuyo fin fue consolidar un programa o plan de trabajo interinstitucional, donde se articulen las diferentes iniciativas que deben desarrollarse dentro del concepto conocer, salvar y usar **nuestros recursos genéticos forestales**.

Metodológicamente se ha entendido que el "**conocer**" implica la ejecución de acciones tendientes al conocimiento de la biodiversidad existente, dónde está y su historia natural. Por "**salvar**" debe entenderse el conjunto de acciones para conservar muestras representativas de ecosistemas presentes en el país a través de acciones de conservación *in situ* y *ex situ*. El "**salvar**" implica emplear los recursos de manera sostenible para el desarrollo socio económico.

Estos conceptos fueron adoptados de la Estrategia Nacional de Biodiversidad para poder desarrollar el presente Plan Interinstitucional en Conservación y Manejo de los Recursos Genéticos Forestales .

El objetivo general es el de Planificar y coordinar acciones concertadas en el manejo y conservación de los recursos genéticos forestales.

Los objetivos específicos de la implementación del plan interinstitucional en recursos genéticos forestales son los de:

- a) Identificar acciones prioritarias a ejecutar por especies dentro del concepto conocer, salvar y usar.
- b) Incorporar en el plan acciones de apoyo tales como difusión de información, formación, investigación, intercambio de conocimientos y tecnologías .
- c) Ampliar el conocimiento de los recursos genéticos forestales conservados *in situ* y *ex situ* como base para su mejoramiento y reproducción .
- d) Identificar actores con capacidad y voluntad para asumir responsabilidades del plan de acción.
- e) Identificar y realizar proyectos o iniciativas institucionales o interinstitucionales tendientes a financiar el uso sostenible de los recursos genéticos forestales.

PLAN DE ACCION

El Cuadro 4 resume las acciones identificadas y consideradas como prioritarias dentro de un lapso de cinco años a partir de 1999. Se destacan algunas instituciones que podrían desarrollar acciones en conservación y uso de recursos genéticos forestales.

PLAN DE ACCION

Cuadro 4: Acciones a desarrollar por área temática en el periodo 1999-2003

LITERATURA CONSULTADA

- Area de Conservación Guanacaste. Estación Experimental Forestal Horizontes. 1999. Listado de Arboles Semilleros. sp
- FAO. 1995. Conservación de los recursos genéticos en la ordenación de los bosques tropicales. Principios y conceptos. Documento N° 107. 45-48 p. Mena, Y.; Artavia, G. 1998. Parques Nacionales y otras áreas silvestres protegidas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Ministerio de Ambiente y Energía. Pp. 27-45.
- Mesén, F. 1996. Mejoramiento genético de especies forestales nativas en Costa Rica. *In*: Memoria Foro "Especies Forestales Nativas, una opción para la reforestación sustentable en Costa Rica". Asociación Costarricense para el Estudio de Especies Forestales Nativas. San José, Costa Rica. Pp. 17-33

PLAN DE ACCION

Cuadro 4: Acciones a desarrollar por área temática en el periodo 1999-2003

Actividades/Área Temática	CONOCER	SALVAR	USAR	RESPONSABLES
INVESTIGACION Sobre especies de: - <i>Importancia económica actual o potencial.</i> - <i>en vías de extinción</i>	Realizar inventarios de especies prioritarias conservadas <i>in situ</i> Sistemas de cruzamiento. Biología reproductiva Sistemas de propagación Diversidad genética y fragmentación	Ampliar selección de materiales y diseñar sistemas de conservación <i>ex situ</i> Ampliar base genética de especies exóticas Domesticación masiva de diferentes especies Fomentar creación de corredores biológicos Conservación de semillas en función de la comercialización	Actualizar el estado de conocimiento de las especies forestales nativas Incentivar y realizar estudios para generar conocimiento sobre el uso y comercialización de productos forestales no maderables	Universidades Centros de Investigación nacionales e internacionales Asociación Costarricense de estudio de especies nativas Estado CATIE
MANEJO DE INFORMACIÓN	Recopilar información ya generada Articular bases de datos Realizar convenios entre Unidad de Información del SINAC y otros centros de información	Realizar un diagnóstico de información generada Suscribir convenios o cartas de entendimiento entre las instituciones que manejan la información	Realizar un foro a nivel nacional para informar a la comunidad científica, política y empresarial el estado del conocimiento de las especies nativas	Sistema Nacional de Areas de Conservación Universidades Centros de Investigación nacionales e internacionales Asociación Costarricense de estudio de especies nativas
CAPACITACION	Diseñar e impartir cursos y talleres en aspectos de conservación de recursos genéticos Incorporar conceptos de genética de poblaciones en los cursos de mejoramiento genético en educación no formal Reforzar actividades de capacitación existentes Elaborar material didáctico en aspectos de conservación (escrito y audiovisual)		Ampliar y dar mayor divulgación al Registro Nacional de Fuentes Semilleras	Universidades Proyecto de Semillas Forestales Sistema Nacional de Areas de Conservación
POLITICAS	Establecer un sistema nacional de incentivos para la conservación de recursos genéticos. Elaborar propuestas para el reconocimiento de los recursos genéticos forestales como un servicio ambiental. Crear una comisión interinstitucional de seguimiento al plan de acción. Apoyar técnicamente a la Oficina Nacional de Semillas para la creación y aplicación de criterios para la exportación e importación de material genético forestal. Diseñar acciones para el mejor uso de los recursos humanos tecnológicos y financieros. Elaborar propuestas para financiar acciones de rescate de especies.			Sistema Nacional de Areas de Conservación Fondo Nacional de Financiamiento Forestal Comisión Nacional de Recursos Fitogenéticos Instituto Nacional de Biodiversidad Sector Privado Ong's Centros de investigación Comisión Interinstitucional en recursos genéticos forestales
USO	Selección y manejo de áreas de producción de semilla. Establecimiento de plantaciones de procedencias.	Seleccionar y manejar nuevas fuentes semilleras	Continuar con el programa de Certificación ejecutado por la Oficina Nacional de Semillas	Programa de Semillas SINAC/DECAFOR PROSEFOR Oficina Nacional de Semillas

PLAN INTERINSTITUCIONAL PARA LA CONSERVACION Y USO DE LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES

ANEXO 1

RECURSOS FORESTALES SOBRESALIENTES EN ALGUNAS DE LAS AREAS SILVESTRES PROTEGIDAS

AREA DE CONSERVACION GUANACASTE

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
R.N.V.S. Bahía Junquillal	La Cruz, Guanacaste	442.95	Bosque Seco Tropical: guácimo, guanacaste, pochote
P.N. Santa Rosa	Liberia, Guanacaste	38.669.4	Bosque Seco Tropical
P.N- Rincón de la Vieja	Guanacaste	14.160.58	Bosque Húmedo: laurel, guanacaste, roble, ciprés blanco, copey.
P.N. Guanacaste	Guanacaste	33.979.28	Bosque muy Húmedo Tropical, Húmedo Tropical, Nuboso y Seco Tropical: maria, tempisque, alcornoque, jícaro, danto y capulín.
Z.P. Guanacaste	Guanacaste	756.25	6 zonas de vida: guanacaste, guapinol, nispero, ojoche, caoba, tempisque, madero negro, roble.

AREA DE CONSERVACION TEMPISQUE

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
R.B. Lomas Barbudal	Bagaces, Guanacaste	2645.1	Bosque Tropical Seco: pochote, corteza amarilla, ron ron, laurel, ojoche
R.F. Taboga	Cañas, Guanacaste	302.5	Bosque Seco Tropical: ron ron, guanacaste, pochote, caoba, genízaro
P.N. Palo Verde	Guanacaste	18.650.95	Sabanas arboladas, bosques anegados y siempre verdes: espavel, pochote, ron ron, guayacán real
P.N. Barra Honda	Nicoya, Guanacaste	2.297.0	Bosque Tropical Seco: ron ron indio desnudo, guanacaste, carao
R.N.A. Cabo Blanco	Cóbano, Puntarenas	1.269.69	Bosque húmedo Tropical: Jobo, indio desnudo, pochote, níspero, espavel
R.V.S. La Ceiba	Paquera, Puntarenas	272.68	Bosque Humedo Tropical: cenízaro, pochote, guarumo, guácimo, chaperno, espavel
R.N.A. Nicolás Wessberg	Cóbano, Puntarenas	60.76 ha	Bosque Húmedo Tropical: pochote, jobo, níspero, espavel

AREA DE CONSERVACION TORTUGUERO

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
P.N. Tortuguero	Limón	22.269.13	4 Zonas de Vida: cedro macho, gavilán, javillo, negro, choreja, palma yolillo
Z.P. Tortuguero	Limón	9.818.64	Bosque muy Húmedo Tropical: cedro macho y el fruta dorada

AREA DE CONSERVACION CORDILLERA VOLCANICA CENTRAL

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
Z.P. Río Toro	Alajuela	4.374.4	Cedro dulce y roble
Z.P. El Chayote	Alajuela	783.13	Yoró, cedro, roble, poró
R.F. Grecia	Grecia, Alajuela	2.321.36	Bosque Montano muy Húmedo: bosque de coníferas
P.N. Volcán Poás	Alajuela	6.619.95	Roble, criprés blanco, arrayanes,
R.F. Cordillera Volcánica Central	San José, y Heredia	61.141.3	8 Zonas de Vida: roble, almendro, cristóbal, cedro, aguacatillo
P.N. Volcán Turrialba	Turrialba	1.256.57	Bosque Húmedo Tropical, Bosque muy Húmedo Premontano: ojoche, aceituno, espavel, fruta dorada, chaperno
Z.P. Cerro Atenas	Alajuela	902.57	Espavel, cedro, laurel, guapinol
P.N. Volcán Irazú	Cartago	1.256.79	Bosque Pluvial subalpino: arrayán, roble encino, jaúl, lorito
P.N. Braulio Carrillo	Valle Central	47.312.65	Bosque muy Húmedo y Bosque Nuboso: gavilán, botarrama, nazareno, roble blanco
Z.P. La Selva	Heredia	2.492.07	4 Zonas de Vida: gavilán, maría, manú
Z.P. Cerros de la Carpintera	Cartago	2.257.4	3 Zonas de Vida: roble, lauraceas, yos, lagartillo

AREA DE CONSERVACION AMISTAD CARIBE

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
R.N.V.S. Limoncito	Limón	1.128.92	Bosque inundados y yolillales habitat de muchas especies de flora
P.I. La Amistad	Limón	162.793.71	/ Zonas de Vida y 6 de transición: roble, cedro dulce, ira rosa, ciprés, tirrá.
R.B. Hitoy Cerere	Limón	9.949.83	Bosque Muy Húmedo transición a Premontano: cedro macho, gavilán, ceiba, javillo, pilón
P.N. Barbilla	Limón	11.994.74	Bosque Muy Húmedo Tropical y Bosque Pluvial Premontano: roble encino, fruta dorada amarillón,
R.F. Río Paquare	Limón	13.178.10	4 Zonas de Vida: campano, surá, espavel, laurel, campano
R.F. Boca Pacuare-Matina	Limón	475.74	Bosque Muy Húmedo Tropical: cativo, gavilán, cedro macho, pilón, guaitil

AREA DE CONSERVACION AMISTAD PACIFICO

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
P.N. Tapantí	Cartago	5.155.44	Bosque Pluvial Montano bajo y Bosque Pluvial Premontano: roble, burío, jaúl, ira rosa, papayillo
R.F. Río Macho	Cartago	76.071	4 Zonas de Vida: chanco colorado, cedro dulce, maría, aguacatillo, chilemuelo, robles
P.I. La Amistad	Cordillera Talamanca	24.267	7 Zonas de Vida: robledales, cedro dulce, ira rosa, lorillo, tirrá
Z.P. Cuenca Río Tuis	Turrialba, Cartago	4.112.5	3 Zonas de Vida: yos, magnolia, roble encino, quina, campano, cerillo, quizzarrá
Z.P. Las Tablas	San Vito de Coto Brus	15.038.2	4 Zonas de Vida: roble, maría, campano, cedro, quizzarrá, amarillón, madroño, fruta dorada

AREA DE CONSERVACION PACIFICO CENTRAL

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
P.N. Manuel Antonio	Quepos, Puntarenas	637.6	Bosque Tropical muy Húmedo: guapinol, surá, balsa, mangle colorado,
R.B. Carara	Alajuela	5.242.24	Zona de Vida transicional entre bosque seco y bosque húmedo: espavel, nazareno, cristóbal, gallinazo
R.F. Los Santos	San José	60.241.56	Bosque Pluvial: gaulín, sangre de toro, cedro dulce, campano

AREA DE CONSERVACION OSA

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
P.N. Piedras Blancas	Golfito, Puntarenas	14.350.74	Nazareno, pilón, ceiba
P.N. Corcovado	Puntarenas	42.467.75	Bosque Muy Húmedo Tropical: nazareno, espavel, cedro macho, sangregado, ojoche
R.B. Isla del Caño	Osa, Puntarenas	200	Bosque Tropical lluvioso: vaco, guapinol, guarumo, hule
R. F. Golfo Dulce	Golfito, Puntarenas	61.583.16	3 Zonas de Vida: nazareno, ojoche, cristóbal, surá, fruta dorada, panamá, espavel, pilón, ceiba

AREA DE CONSERVACION ARENAL HUETAR NORTE

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
P.N. Juan Castro Blanco	Alajuela	14.451.54	4 Zonas de Vida: roble uy quitirizá
R.F. La Cureña	Heredia	6.006.8	Bosque Muy húmedo: ceiba, almendro, guácimo colorado

AREA DE CONSERVACION ARENAL TILARAN

Categoría de manejo	Ubicación	Extensión (ha)	Ecosistemas y especies protegidas
R.B. Alberto Manuel Brenes	San Ramón, Alajuela	7.799.4	Bosque muy Húmedo Tropical y Bosque Pluvial Premontano: roble, cedro amargo, cedro dulce, aguacatillo
Z.P. Tenorio	Guanacaste	5.530.98	Bosques Húmedos Primarios: laurel, costilla de danto, leche amarilla

**PLAN INTERINSTITUCIONAL PARA LA CONSERVACION Y
USO DE LOS RECURSOS GENETICOS FORESTALES**

ANEXO 2

Listado de especies del Anexo 1 citadas con nombre vulgar

Aceituno	<i>Simaruba glauca</i>
Aguacatillo	<i>Phoebe cinnamomifolia</i>
Alcornoque	<i>Licanea arborea</i>
Almendro	<i>Dipterix panamensis</i>
Amarillón	<i>Terminalia amazonia</i>
Arrayán	<i>Myrcianthes fragans</i>
Botarrama	<i>Vochysia ferruginea</i>
Caoba	<i>Swetenia macrophylla</i>
Capulín	<i>Muntigia calabura</i>
Carao	<i>Cassia grandis</i>
Cedro dulce	<i>Cedrela tonduzii</i>
Chaperno	<i>Lonchocarpus sp</i>
Ciprés blanco	<i>Podocarpus olecifolius</i>
Corteza amarilla	<i>Tabebuia crysantha</i>
Cristóbal	<i>Platymiscium pinnatum</i>
Danto	<i>Sideroxylon capiri</i>
Espavel	<i>Anacardium excelsum</i>
Fruta dorada	<i>Virola sebira y V. koschnyi</i>
Gavilán	<i>Pentaclethra macroloba</i>
Genízaro	<i>Pithecelobium saman</i>
Guácimo blanco	<i>Goethalsia meiantha</i>
Guanacaste	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
Guapinol	<i>Hymenaea courbaril</i>
Guayacán real	<i>Guaiacum sanctum</i>
Indio desnudo	<i>Bursera simaruba</i>
Ira rosa	<i>Ocotea austinii y O. cooperi</i>
Javillo	<i>Hura crepitans</i>
Jícaro	<i>Lecythis amplia</i>
Jobo	<i>Spondias mombim</i>
Lagartillo	<i>Zanthoxylum mayanum</i>
Laurel	<i>Cordia alliodora</i>
Lorito	<i>Weinmannia pinnata</i>
Madero negro	<i>Gliricidia sepium</i>
Manú	<i>Minguartia guianensis</i>
María	<i>Calophyllum brasiliense</i>
Nazareno	<i>Peltogyne purpurea</i>
Nispero	<i>Manilkara zapota</i>
Ojoche	<i>Brosimum aliscastrum</i>
Pilón	<i>Hieronyma alchornoides</i>
Pochote	<i>Bombacopsis quinatum</i>
Poró	<i>Erytrina sp</i>
Roble	<i>Quercus sp</i>
Roble encino	<i>Quercus costarricensis y Q. corrugata</i>
Ron ron	<i>Astronium graveolens</i>
Tempisque	<i>Tempisque sp</i>
Tirá	<i>Chaetoptelea mexicana</i>
Yoró	<i>Gordonia brandegeei</i>
Yos	<i>Sapium sp</i>

Programa de mejoramiento y conservación genética de especies forestales de altura de Costa Rica

Yorlery Badilla¹; Olman Murillo²;
Nancy Hidalgo; Silvia Sánchez ;
German Obando³

INTRODUCCION

En Costa Rica, en los últimos años se ha impulsado la reforestación principalmente con especies nativas, de las cuales no se conocía su manejo desde el momento en que se hacía la recolección de la semilla, hasta la obtención de un producto final de esa especie en particular. Esto ocasionó que se hayan perdido muchos millones de colones otorgados a pequeños y medianos reforestadores en forma de incentivos.

Como primera etapa del proceso productivo observó, que los programas de reforestación comercial deben iniciarse con la identificación de las especies más promisorias según los objetivos de los productores. Por lo que se debe investigar intensamente cada una de las especies hasta obtener la información necesaria sobre fuentes semilleras mejoradas, manejo silvicultural, industrialización y comercialización de los posibles productos. Así también en todo el proceso se deben tener claros aspectos claves como la fenología, germinación, viabilidad de la semilla, almacenamiento y los métodos de producción que permitan obtener el material del vivero en el momento adecuado para la siembra.

Considerando todo lo anterior, la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR) y el Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR), han visto la necesidad de generar información sobre las especies propias para reforestar la parte alta del país, de las cuales no existe una información base en cuanto a su crecimiento y manejo silvicultural en plantaciones forestales comerciales. Este trabajo describe el inicio de

un programa de investigación a largo plazo, que pretende señalar las mejores especies para reforestación en los diferentes sitios identificados en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central (ACCV), para que se pueda obtener un rendimiento óptimo de acuerdo a las necesidades y objetivos de los productores.

METODOLOGIA

Estratificación de las unidades bioclimáticas para el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central.

Identificación de las unidades bioclimáticas. Para la demarcación de las unidades bioclimáticas se necesitaba contar en general con aspectos influyentes que contribuyan al buen desarrollo y éxito de proyectos de reforestación tales como: el clima, la vegetación y los suelos. Por lo que para esta investigación se usó el Mapa Ecológico según la clasificación de Zonas de Vida de Holdridge (Tosi 1969) y el Mapa de las Unidades Bióticas para Costa Rica (Gómez 1993). Estos mapas fueron digitalizados en formato vectorial, se editaron en el programa TOSCA y se rasterizaron en el programa IDRISI. Se utilizaron los mapas de Uso de la Tierra de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR 1996) y el de Categorías de Pendientes (Ginneken y Calderón 1978).

Selección de sitios aptos para la reforestación. Para la selección de los sitios aptos para la reforestación, se tomó el mapa de Uso de la Tierra de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR 1996) y se eligieron aquellas categorías con potencial para reforestación: pasto extensivo, cultivos perennes, cultivos anuales, reforestación, pasto más árboles y pasto intensivo. A la vez el mapa de Categorías de Pendientes (Ginneken y Calderón 1978) se clasificó en tres clases: no apto para reforestación (áreas con pendientes superiores al 75%), pendientes de 0-45% y pendientes de 45-75%.

A este mapa se le sobrepuso el mapa de Uso de la Tierra de la Cordillera Volcánica Central (FUNDECOR 1996) y

¹ Consultora Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central. YBADILLA@hotmail.com

² Escuela de Ing. Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. FAX (506)-591-4182. OMURILLO@ITCR.AC.CR

³ Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central. FAX: (506)-766-6202.
INVESTIGACION@FUNDECOR.OR.CR

el Mapa de Zonas de Vida (Tosi 1969). En esta forma se obtuvo una clasificación de los diferentes sitios: Sitio 0 (no apto para la reforestación), Sitio 1 (apto para la reforestación con pendientes de 0-45%) y el Sitio 2 (apto para la reforestación con pendientes de 45-75%), por zona de vida.

Finalmente al mapa obtenido estratificado según Uso del suelo /Pendientes/Zonas de Vida se le superpuso el mapa de suelos, en donde se escogieran aquellas unidades bioclimáticas que cubrieran el 90% del área apta para reforestar en el ACCVC y se eligieron las que presentaron un área mayor a las 3000 ha de superficie apta para reforestar. Este valor se obtuvo por medio del comando CROSSTAB del programa IDRISI.

Selección de especies de altura a utilizar en los ensayos de reforestación en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central.

Las especies que se utilizan en el proyecto, se seleccionaron mediante la consulta de la literatura sobre las especies de altura estudiadas a la fecha en el país. Se le dio mayor énfasis al proyecto Especies de Mayor Potencial en las Zonas Altas de Costa Rica (Rojas *et al.* 1987), desarrollado por el Programa de Investigación en Semillas y Viveros Forestales del Departamento de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica.

Selección del Material Genético para los ensayos experimentales con especies de altura en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central.

El material vegetativo se seleccionó aplicando los criterios

genéticos para la elección de árboles semilleros o árboles madre (Zobel y Talbert 1988). Los árboles que se utilizaron como fuentes semilleras se seleccionaron durante las giras en la parte alta del Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. Allí se eligieron de 16 a 20 árboles madre para cada una de las especies de la lista A. La ubicación de los árboles se hizo lo más exacta posible. Se incluyeron individuos seleccionados en la Cordillera del Cerro de la Muerte, por lo que se complementó el ensayo con familias procedentes de otras zonas altas del país y así poder a futuro ampliar la base genética de estas especies en los potenciales programas de reforestación.

RESULTADOS Y DISCUSION

Estratificación de las Unidades Bioclimáticas

Estratificación del Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central (ACCVC) para el proyecto de especies de altura. La estratificación realizada por el ACCVC logró identificar las unidades bioclimáticas que cubren el 90% del área apta para reforestación. El área total apta para reforestar en el ACCVC es de 201 750 ha, de las cuales 75 664 se clasificaron bajo "otros estratos", grupo compuesto por gran variedad de suelos, pendientes y zonas de vida.

Con las 14 unidades seleccionadas se cubre el 62% del área apta para reforestar (Cuadro 1). Solamente el 37% se encuentra con pendientes de un 45-75%, que son áreas con ciertas restricciones para la reforestación comercial, pero

Cuadro 1. Estratificación en unidades bioclimáticas y superficie (ha) del Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central, con base en zonas de vida, suelos y pendiente, Costa Rica.

Suelos	B. muy húmedo tropical (ha)	B. muy húmedo tropical >premontano (ha)	B. muy húmedo premontano (ha)		B. muy húmedo premontano > basal (ha)	B. pluvial premontano (ha)	B. muy húmedo montano bajo (ha)	B. pluvial montano bajo (ha)	Total (ha)
	0-45%	0-45%	0-45%	45-75%	0-45%	0-45%	0-45%	0-45%	
Estrato	1	3	5	6	7	9	11	13	
Andic Humitropept		6228							6228
Fluventic Dystrandept					4568				4568
Fluventic Dystropept	18422								18422
Hemic Troposaprist	3534								3534
Typic Dystrandept			19477			3651	12822	3395	39345
Typic Haplohumult	12381		3730	4735	7016				27862
Typic Humitropept	8586				17261				25847
TOTALES	42924	6228	23207	4735	28845	3651	12822	3395	125806

que se pueden utilizar para programas de reforestación de protección. Por otro lado, el suelo que tiene más representatividad es el Typic Dystrandept (Andosoles) con un 31% del área seleccionada para el establecimiento de los ensayos.

Con base en lo anterior, se seleccionaron nueve estratos en la parte alta del ACCVC (Cuadro 1). La mayor representatividad con respecto al tipo de suelo la presentó el Typic Dystrandept, seguido por el Typic Haplohumult. Las unidades bioclimáticas seleccionadas se ubican en suelos Typic Dystrandept (Andosoles) y Typic Haplohumult, cuatro de ellos con pendientes de 0-45%. La unidad que se encuentra en la zona de vida Bosque pluvial montano bajo y con pendientes entre 0-45%, se utilizará en los ensayos de investigación pero es poco recomendable para el programa de reforestación comercial, debido a las restricciones ambientales, ya que presenta sitios con fuertes pendientes y con alta precipitación, pero con potencial de uso como áreas de protección.

Selección de especies de altura a utilizar en los ensayos de reforestación en el Area de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. En la selección de las especies forestales de altura se logró determinar que la única especie nativa utilizada en la reforestación comercial en las zonas altas es el jaúl (*Alnus acuminata*). En cuanto a la reforestación con especies exóticas, se encuentra el ciprés (*Cupressus lusitanica*) principalmente, también se ha utilizado el *Pinus patula* y *Eucalyptus globulus*, pero en menor escala o en áreas de protección.

Por lo anterior, al elegir las especies se tomó en cuenta el conocimiento que se tenía de las mismas en su manejo y reproducción en vivero, aunque se hayan plantado áreas muy reducidas o solamente árboles aislados. El Cuadro 2 resume la información sobre las especies seleccionadas, con algunas de sus características sobresalientes.

Identificación, registro de árboles semilleros, y recolección del germoplasma que a utilizar en el proyecto de ensayos de especies de altura en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. En la búsqueda de árboles semilleros de las especies a utilizar en este proyecto, se encontró una gran variabilidad entre especies en cuanto al período de fructificación.

Las semillas de *Quercus coopeyensis* (roble encino), se recolectaron desplazándose cada 50-100 m dentro del bosque, debido a que la semilla ya había caído al suelo, y en su mayoría había iniciado el proceso de germinación. Para recolectarla directamente del árbol debería haberse visitado el bosque por lo menos un mes antes (setiembre).

Se encontró que la misma especie en un bosque a una distancia de 3 km aproximadamente no había fructificado aún. Esto pudo deberse a que el polinizador (aún no identificado) recorre distancias muy cortas, o en particular a que esta especie según literatura consultada, cuenta con picos de fructificación espaciados por varios años.

Con respecto al *Cornus disciflora* (Iloró), se encontraron muchos árboles en estado de fructificación muy heterogénea

Cuadro 2. Especies seleccionadas como lista A, para el establecimiento de ensayos en el Area de Conservación de la Cordillera Volcánica Central. Costa Rica. Agosto, 1998.

Crecimiento	Tipo de madera	Zona de Vida	Altitud (msnm)	Especie	
Rápido	Suave	B. montano bajo B. húmedo montano B. m. h. montano	1200 a 3200	Jaúl	<i>Alnus acuminata</i>
		B. m. h. montano B. h. montano bajo	2200 a 3000	Eucalipto	<i>Eucalyptus globulus</i>
Medio	Semi duro	B. h. premontano B. h. montano bajo	1500 a 2500	Ciprés	<i>Cupressus lusitanica</i>
		B. premontano B. montano bajo	900 a 2200	Tirrá	<i>Ulmus mexicana</i>
		B. h. premontano B. m. h. montano B. h. montano bajo	1000 a 2700	Cedro dulce	<i>Cedrela tonduzii</i>
		B. h. premontano B. m. h. montano B. h. montano bajo	1500 a 3000	Pino	<i>Pinus radiata</i>
		B. h. premontano B. m. h. montano B. h. montano bajo	1500 a 3700	Pino	<i>Pinus patula</i>
		B. m. h. montano bajo B. montano	1500 a 2500	Iloró	<i>Cornus disciflora</i>
		B. m. h. montano B. p. montano bajo	1500 a 2500	Roble encino	<i>Quercus coopeyensis</i>
Lento	Semi duro	B. m. h. montano B. p. montano bajo	1500 a 2500	Roble encino	<i>Quercus coopeyensis</i>

Cuadro 3. Registro de las especies recolectadas para el proyecto de especies de altura en el ACCVC, Costa Rica.

Especie	Arboles colectados (No.)	Ubicación
<i>Cedrela tonduzii</i> (cedro)	1	Parque de Tapezco, Zarcero.
	8	Palmira, Zarcero
	1	Frente a la Plaza de Deportes en Tarbaca, Aserri.
	6	Sobre la carretera en Corralillo, Cartago
<i>Ulmus mexicana</i> (tirá)	1	Tejar del Guarco, Cartago
	1	Pacayas, Cartago
	1	A la orilla de la carretera, Tablón del Guarco, Cartago.
	4	A la orilla del camino en Cedral de Jorco, Aserri.
	1	A la orilla de la Carretera, Tarbaca de Aserri
<i>Quercus coopeyensis</i> (encino encino)	6	A la orilla de la carretera en Barrio Lourdes, Aserri.
	2	A la orilla de la carretera en Chagüites, Santa Bárbara de Heredia
	12	Finca Muni. Cedral de León Cortés, camino a Santa María de Dota.
<i>Cornus disciflora</i> (lloró)	8	Frente a Finca Muni. Cedral de León Cortés, camino a Santa María de Dota
	11	Camino a San Gerardo, Dota
	14	Monte de la Cruz, Heredia
	4	Sacramento, San José de la Montaña y Birri de Carrizal de Heredia
	5	Camino a Palo Verde de El Guarco, Cartago.
<i>Alnus acuminata</i> (jaúl)	4	Sin identificación
	20	Finca Peters, Río Segundo de Bajos del Toro. Valverde, Vega, Alajuela.

en cuanto a la maduración de los frutos. Se observaron árboles con frutos muy verdes, otros medio maduros y otros maduros en árboles muy cercanos.

Se determinó que la forma de los árboles de *Cornus disciflora* (lloró), en la zona del Cerro de la Muerte es superior a la de los hallados en áreas cercanas a Heredia. Durante los recorridos se observó bastante regeneración de esta especie la cual prefiere sitios con mucha pendiente y bosques secundarios.

En la ubicación de posibles árboles de *Ulmus mexicana* (tirá) se observó que son poco abundantes, y que esta especie se encuentra con más frecuencia en las riveras de los ríos y bosques secundarios. Los árboles registrados en su mayoría tienen grandes dimensiones, lo que dificulta la recolección de la semilla. Esta especie presenta pequeñas poblaciones con abundantes individuos en las regiones de Muñeco de Orosi en Cartago, en el cantón de Aserri, carretera de Vara Blanca y Cinchona (Heredia), y en la región de Carrizal de Alajuela.

La especie *Cedrela tonduzii* (cedro dulce) es muy abundante en el tramo de carretera de Vara Blanca hacia Barva de Heredia, también en el tramo de la carretera que une Rancho Redondo con Llano Grande de Cartago, en Zarcero y Palmira de Zarcero, y se encuentran muchos otros árboles en diferentes partes del país.

Guía para el establecimiento de tres ensayos en el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central en el año 1999.

Prácticas de vivero. Durante todo el proceso la semilla se tuvo separada e identificada (tratamientos pregerminativos, camas de germinación, repique, bolsas, entre otros) hasta el momento de plantar el material. Todas las especies fueron producidas en bolsa y manejadas de igual manera en cuanto al riego, fertilización y control de malezas.

Selección de unidades bioclimáticas y sitios a plantar.

Las unidades bioclimáticas a plantar se seleccionaron con respecto a las que tuvieran mayor área apta para reforestación, las cuales son bosque muy húmedo premontano con suelos Typic Dystrandep y pendientes de 0-45% (19 477 ha), bosque muy húmedo montano bajo con suelos Typic Dystrandep y pendientes de 0-45% (12 822 ha) y el Bosque muy húmedo premontano transición a basal con suelos Typic Humitropept y pendientes de 0-45% (17 261 ha).

Descripción del diseño experimental

Tipo de diseño. Como diseño experimental se utilizó el de parcelas divididas, en donde la parcela mayor fue cada una de las especies a ensayar (9 en total) y las parcelas menores las familias por especie (16 por especie/por sitio). Las parcelas se distribuyeron en tratamientos o número de especies seleccionadas (9 en total). Cada ensayo completo consta de cuatro bloques o repeticiones, los cuales no necesariamente tendrán que estar en la misma finca, pero sí dentro de la misma unidad bioclimática. Las fajas de aislamiento plantadas para cada parcela fueron con la misma especie.

Descripción de las parcelas. Parcelas de la lista A (Parcela mayor):

La parcela estaba compuesta por árboles de una sola especie, representada por 16 familias, con cuatro progenies por familia o árbol semillero. Las cuatro progenies de cada familia se distribuyó en dos parejas aleatoriamente dentro de la parcela mayor, procurando que no quedaran dos parejas de la misma familia juntas dentro de la misma parcela. La parcela total estuvo compuesta entonces por 12 x 12 árboles, que incluyen dos hileras de bordes (Fig. 1). Por lo que la parcela útil es de 8 x 8 árboles, plantados a un distanciamiento de 3 x 3 m, con lo que se cubre un área de 1296 m² por parcela y 1.2 ha/bloque.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se determinaron nueve unidades bioclimáticas con un área mayor a 3000 ha, dentro de las zonas altas que cubren el 62% del área total apta para reforestar (800 a 3000 msnm) del ACCVC.

Las únicas especies plantadas comercialmente en Costa Rica en las zonas de altura son el jaúl y el ciprés, por lo que se recomienda la utilización de las siguientes especies para ser utilizadas en los ensayos: *Alnus acuminata* (jaúl), *Eucalyptus globulus* (eucalipto), *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Ulmus mexicana* (tirá), *Cedrela tonduzii* (cedro dulce), *Pinus radiata* (pino), *Pinus patula* (pino), *Cornus disciflora* (lloró) y *Quercus coopeyensis* (roble).

Se recomienda realizar la recolección de semilla de *Quercus coopeyensis* (roble) en la zona del Empalme, a inicios de setiembre. Se debe hacer un monitoreo de otros árboles ubicados fuera de ésta área, ya que en la literatura se menciona como la época de recolección de enero a junio. Para la especie *Cedrela tonduzii* se recomienda coleccionar la semilla en la zona de Zarcero en diciembre.

Debido a la falta de germoplasma para algunas de las especies seleccionadas, en el primer año del programa solamente se establecerán tres ensayos, en unidades bioclimáticas de mayor área apta para reforestar: Bosque muy húmedo premontano con suelos Typic Dystrandep y pendientes de 0-45% (19 477 ha), Bosque muy húmedo montano bajo con suelos Typic Dystrandep y pendientes de 0-45% (12 822 ha) y el Bosque muy húmedo premontano transición a basal con suelos Typic Humitropept y pendientes de 0-45% (17 261 ha). Para asegurarse el buen manejo y permanencia de los ensayos establecidos, las fincas elegidas se someterán al programa de incentivos existente en el país.

Para la especie *Cornus disciflora* (lloró) se recomienda recolectar la semilla en octubre y noviembre. Debido a su bajo porcentaje de germinación se recomienda desarrollar técnicas para su propagación vegetativa.

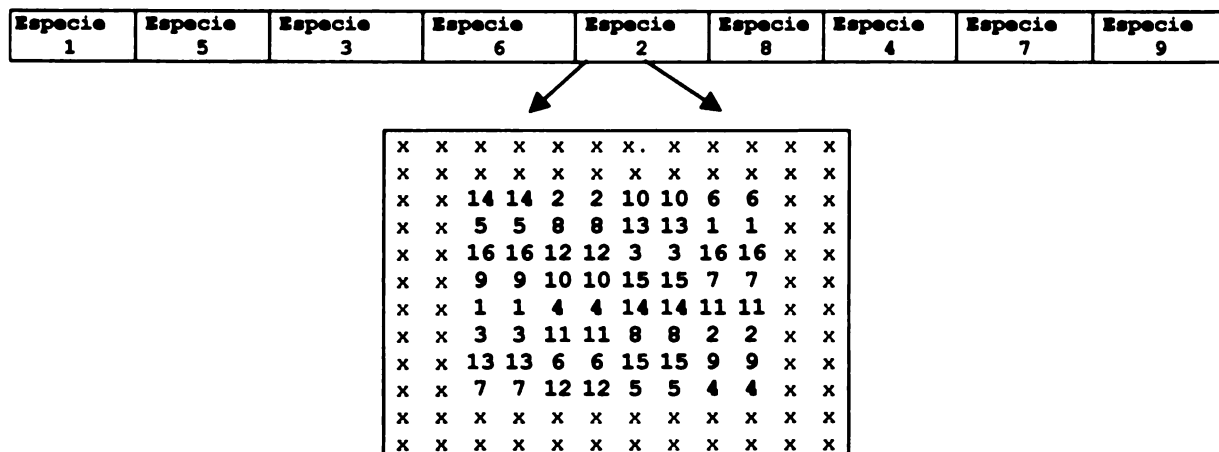


Figura 1: Ubicación en el campo de un ensayo de especies/ progenie para el Área de Conservación de la Cordillera Volcánica Central, Costa Rica.

LITERATURA CONSULTADA

- ACÓN y ASOCIADOS. s.f. Mapa. Suelos de Costa Rica. San José, Costa Rica. Escala 1:200 000.
- Alfaro, M. y Villamizar, M. 1998. Análisis de la oferta actual y la demanda potencial de semilla mejorada de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* en Costa Rica y Centroamérica. In: Seminario Aumento de la rentabilidad de las plantaciones forestales: un reto ligado al uso de semilla de alta calidad. San José, Costa Rica. 36 p.
- Barrantes, P. y Alfaro, C. 1995. Estudio de adaptabilidad preliminar de 15 especies de altura en la Zona Sur de Costa Rica. Informe Práctica de Especialidad. Cartago, Costa Rica. Departamento de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. 151 p.
- Burley, J. y Wood, P.J. (comp.). 1979. Manual sobre investigaciones de especies y procedencias con referencia especial a los trópicos. Departamento Forestal, Universidad de Oxford. 232 p.
- Camacho, P. 1981. Mapa. Ensayos de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica. ITCR-MAG. 287 p.
- Chaverri, A., Zúñiga, E. y Fuentes, A. 1997. Crecimiento inicial de una plantación mixta de *Quercus*, *Cornus*, *Alnus* y *Cupressus* en Costa Rica. Revista Biología Tropical. 45(2):777-784.
- FUNDECOR. 1996. Mapa. Uso de la Tierra de la Cordillera Volcánica Central. San José, Costa Rica. Escala 1:200 000.
- Gómez, L. D. 1993. Mapa de Unidades Bióticas de Costa Rica. San José, Costa Rica. Escala 1: 685 000
- Holdridge, L. 1979. Ecología basada en Zonas de Vida. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.
- Martínez, H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis. M.Sc. Turrialba, Costa Rica. Universidad de Costa Rica. 200 p.
- Müller, E. y Sage, L.F. Resultados preliminares de un ensayo con especies nativas en sitios con problemas de inundación, en la Región Huetar Norte. San Carlos, Costa Rica. COSEFORMA. Documento de Proyecto No. 42. 15 p.
- Murillo, O. 1990. Principios de Mejoramiento Genético Forestal. San José, Costa Rica. CENECOOP-DGF-Fundación Tecnológica de Costa Rica. s.p.
- MURILLO, O. 1991. Selección y Establecimiento de Rodales Semilleros. San José, Costa Rica. CENECOOP-MIRENEM-ITCR. s.p.
- MURILLO, O. 1993. Estrategias de Mejoramiento Forestal. In: Cornelius, J.P.; Mesén, J.F., y Corea, Z.A. (ed.). Manual sobre Mejoramiento Genético Forestal con referencia especial a América Central. Turrialba, Costa Rica. CATIE.
- Rojas, F.; Torres, G.; Armaez, E. & Moreira I. 1992. Especies Forestales Tropicales. Cuadernos Científicos y Tecnológicos. Cartago, Costa Rica. Editorial Tecnológica. s.p.
- Rojas, F., Torres, G. Y Fanático, M. 1987. Especies de Mayor Potencial Forestal en las Zonas Altas de Costa Rica. Cartago Costa Rica. ITCR. Programa de Investigación en Semillas y Viveros Forestales. Dpto. de Ingeniería Forestal. 22 p.
- Tosi, J. 1969. Mapa. Mapa Ecológico. San José, Costa Rica. Centro Científico Tropical. Esc. 1:750 000.
- Van Ginneken, P. y Calderon, P. 1978. Mapa. Categorías de Pendientes. San José, Costa Rica. FAO-MAG. Escala 1:200 000.
- Zobel, B. Y Talbert, J. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Arboles Forestales. México D.F., Limusa. 545 p.



Variación genética de *Swietenia macrophylla* en Centroamérica, implicaciones para su conservación, utilización sostenible y manejo.

Carlos Navarro; Marvin Hernández'

INTRODUCCION

Este documento resume resultados de tres ensayos de progenies establecidos en el norte del país con progenies procedentes de Costa Rica en dos ensayos y de Centro América y México en un tercer ensayo.

La Caoba (*Swietenia macrophylla* King) ha sido la especie más importante comercialmente de la familia Meliaceae en la costa Atlántica de Centroamérica, posee quizás la más larga historia de explotación en la mayoría de los países y uno de los mercados de exportación más tradicionales desde la época de la conquista.

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en colaboración con el Instituto de Ecología Terrestre de Escocia desarrollan el proyecto Evaluación de la Diversidad Genética de Especies Arbóreas y trabaja con especies de importancia económica y ecológica en Centro América y el Caribe. En su primera fase ha laborado en la exploración, recolección y análisis de muestras de hojas y semillas de Caoba, en un área comprendida entre la Península de Yucatán en México y las selvas del Darién en Panamá.

Los objetivos del proyecto han sido: 1. Contribuir a la caracterización, conservación y utilización de los recursos genéticos de caoba a través de la generación de la información genética básica; 2. Determinar los efectos de la corta selectiva y la fragmentación de los bosques en la diversidad genética de la especie y 3. Identificación de poblaciones de caoba de especial valor para la conservación y el mejoramiento genético.

METODOLOGIA

Areas de estudio. Un diseño de bloques completos al azar con 15 repeticiones y dos árboles por parcela fue utilizado en los ensayos Upala y Laberinto y diez bloques y tres árboles en Lagartera.

En el caso de Upala los árboles fueron mezclados en líneas con *Calophyllum brasiliense* a un espaciamiento de 3 x 3 m. Los experimentos fueron realizados con líneas de borde. Los modelos utilizados para el análisis estadístico son los siguientes:

Análisis de varianza para árboles individuales.

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + P_j + BP_{ij} + \epsilon_{jkl}$$

Y_{ijk} es el valor fenotípico del árbol k , de la progenie j en el bloque i ; μ es la media de la población; P_j es el efecto de la progenie j ; B_i es el efecto del bloque i , BP_{ij} es la interacción del bloque i con la progenie j . Los bloques y las progenies fueron considerados como efectos al azar. Las familias son de polinización abierta.

Los tres ensayos se encuentran en zonas de bosque húmedo tropical asociación climática (Tropical moist forest). Esta zona se caracteriza por tener una biotemperatura entre 24 y 25 °C y alrededor de 2500 mm de precipitación anual con un período seco de aproximadamente tres meses. En Los Chiles las condiciones de humedad son más fuertes y la precipitación es de alrededor de 2885 mm anuales.

La prueba de progenie Laberinto se estableció en el norte de Costa Rica sobre suelos Typic Tropaquept familia franca fina mezclada isohipertérmica, que son suelos mal drenados en valles aluviales (gley y semi-turbosos), con poco desarrollo, presentan pequeñas acumulaciones orgánicas en la superficie. La topografía es plana. El ensayo La Lagartera se encuentra sobre suelos Aquic dystropept familia arcillosa fina mezclada isohipertérmica poco evolucionados de características ácidas y tendencia arcillosa con algunos problemas de drenaje, en terrazas antiguas (Latosol amarillo rojizo). El ensayo Upala se encuentra sobre suelos Oxic dystropept familia arcillosa fina mezclada isohipertérmica, rojizos. Profundos y bajos en bases asociados con suelos pardo rojizos pobremente drenados en terrazas antiguas (Latosol pardo rojizo).

Se probaron 92 progenies colectadas bajo el marco del Proyecto Diversidad Genética de Caoba por Navarro y Hernández (Navarro *et al* 1997; Wilson *et al* 1997) de siete procedencias México, Guatemala, Belice, Honduras,

'Unidad de Biodiversidad, Area de Manejo de Bosques y Biodiversidad

Nicaragua, Costa Rica y Panamá. Para detalles del diseño experimental y mediciones consultar Navarro y Hernández (1998).

En relación con la numeración de las progenies el primer dígito indica el país de la siguiente manera: 1 = México, 2 = Belice, 3 = Guatemala, 4 = Honduras, 5 = Nicaragua, 6 = Costa Rica, 7 = Panamá.

RESULTADOS Y DISCUSION

Se encontraron diferencias altamente significativas en las familias para la variable altura y diámetro en los tres ensayos ($P = 0.0001$), la variable ataque no fue significativa en el ensayo de Laberinto, por lo que se puede decir con suficiente grado de seguridad que hay una fuerte evidencia de la existencia de variación en el crecimiento juvenil del diámetro y la altura. Las heredabilidades obtenidas para el diámetro y la altura son 0.55 y 0.57 respectivamente y el CVAG de 13 para el diámetro y 14 para la altura.

En las pruebas de comparación de medias, las progenies 721 y 444 de Panamá y Honduras respectivamente, presentaron los mejores crecimientos en diámetro en el campo así como las progenies 444 y 564 en altura, esto utilizando como covariable la medición a los 118 días para eliminar el efecto de vivero, aún así las diferencias tomando el período total muestran a las mismas progenies como las más precoces durante los primeros 251 días. La progenie 721 supera en un 127 % a la progenie de menor crecimiento en diámetro, de la misma manera en altura la progenie 444 supera en un 131 % a la de menor crecimiento progenie 726. Hay progenies en los primeros y últimos lugares de diferentes países lo que indica que hay una variación importante dentro de las poblaciones y que se podría iniciar

programas de mejoramiento a escala local en cualquiera de los países utilizando un buen rango de individuos dentro de las poblaciones.

Esto no indica que no haya variación entre procedencias como sí lo muestra el Cuadro 1, sino que existe suficiente variabilidad entre individuos en el ámbito de país. Analizando el ensayo como procedencias por país, la procedencia de Belice superó a la procedencia Panamá en un 29 % en diámetro y en 21 % para la altura, se puede observar que las variaciones entre procedencias fueron porcentualmente menores que las variaciones entre progenies mostradas en el país (Cuadro 1).

En el análisis de varianza para el ensayo de progenies de Upala se encontró diferencias significativas ($P > 0.0001$) para la variable diámetro y la variable altura no así para la variable ataque. El crecimiento de la caoba es sorprendente en esta zona, puede considerarse de crecimiento rápido (> cm de diámetro al cuello de la raíz por año y más de 1 m de altura por año).

Los valores de heredabilidad en sentido estricto individual y para las familias de 0.54 y 0.76 respectivamente para el diámetro son más altos que los reportados por Cornelius (1994), en un estudio que resume valores de heredabilidad para diferentes especies primordialmente pinos, de la misma manera se comportan los mismos parámetros para la altura.

En las pruebas de comparación de medias la progenie de mejor crecimiento fue la 93 de San Emilio, un área de bosque importante en el norte de Costa Rica, esta progenie fue superior en un 45 % a la progenie 76 de Marabamba, para la variable diámetro a la altura del cuello y en altura la misma progenie 93 superó en un 50 % a la progenie 45 de Caño Negro, Los Chiles, Costa Rica. Estos datos

Cuadro 1. Progenies plantadas en los ensayos La Lagartera y Upala, Costa Rica

Ensayo	Población	N° Progenie	Latitud	Longitud	Precipitación (mm)	Temp. (°C)	Meses secos
Upala y Lagartera	Caño Negro	43, 44, 45 46, 47, 48, 49, 50	10.94774	-84.70994	2885	24	3
Upala y Lagartera	Caño Negro	51	10.94705	-84.72119	2885	24	3
Lagartera	Caño Negro	52	10.94646	-84.72319	2885	24	3
Upala y Lagartera	Caño Negro	53	10.94774	-84.70994	2885	24	3
Upala y Lagartera	Playuelas	58	10.91815	-84.69996	2885	24	3
Upala y Lagartera	Playuelas	60	10.9277	-84.68567	2885	24	3
Upala y Lagartera	Playuelas	61	10.92635	-84.68893	2885	24	3
Lagartera	Marabamba	65	10.95426	-84.65771	2885	24	3
Upala y Lagartera	Marabamba	68, 73, 74, 76	10.95426	-84.65771	2885	24	3
Upala y Lagartera	Marabamba	80, 81 82	10.95403	-84.65751	2885	24	3
Upala y Lagartera	Marabamba	83	10.97844	-84.70361	2885	24	3
Upala y Lagartera	San Emilio	84, 85, 86, 87, 88, 89,	10.97235	-84.77287	2885	24	3
Upala y Lagartera	San Emilio	90	10.95402	-84.77411	2885	24	3
Upala y Lagartera	San Emilio	91	10.53615	-84.47122	2885	24	3
Upala y Lagartera	San Emilio	92	10.58191	-84.46671	2885	24	3
Upala y Lagartera	San Emilio	93	10.95971	-84.77346	2885	24	3

Cuadro 2. Progenies plantadas en Laberinto. Los Chiles, Costa Rica.

País	Población	Progenie	Latitud	Longitud	Precipitación (mm)	Temp. (°C)	Meses secos
MEXICO	San Felipe	11, 15, 16, 116	18.74599	-88.3548	1300	25	4
MEXICO	Nuevo Becal	121, 122, 125, 126, 129	18.80756	-89.32721	1200	26	4
MEXICO	Naranjal	132, 133, 136, 141	19.35549	-88.46355	1200	24	4
MEXICO	Madrazo	152, 153, 155	19.45218	-88.44468	2000	26	4
MEXICO	Nuevo Becal	156, 157, 159, 160	18.80756	-89.32721	1200	24	4
BELICE	Las Cuevas	22	16.7518	-89.00106	2900	22	3
BELICE	Las Cuevas	257	16.42754	-88.58995	2900	22	3
GUATEMALA	Bethel	32, 326, 331, 343	16.4835	-90.50282	1800	25	4
GUATEMALA	Bio-Itza	396	16.85234	-90.93113	1955	28	5
GUATEMALA	Tikal	3101	16.85009	-90.9316	1955	28	5
GUATEMALA	Tikal	3131, 3151, 3153	17.2252	-89.61216	1955	28	5
HONDURAS	Lancetilla	427, 432, 434, 435, 436, 438, 440, 442, 443,	15.73991	-85.45721	3278	25	3
HONDURAS	Comayagua	453	14.45397	-87.6597	1619	25	5
HONDURAS	Comayagua	454	14.45398	-87.65806	1619	25	5
NICARAGUA	Mukuwas	527, 528, 529, 531, 532, 533, 536, 541, 551,	14.04645	-84.49976	2750	24	4
COSTA RICA	Caño Negro	644, 649	10.97774	-84.70994	2885	24	3
COSTA RICA	Marabamba	682	10.95403	-84.65751	2885	24	3
COSTA RICA	San Emilio	687	10.97235	-84.77287	2885	24	3
COSTA RICA	San Emilio	690	10.95402	-84.77411	2885	24	3
COSTA RICA	San Emilio	693	10.95971	-84.77346	2885	24	3
COSTA RICA	Upala	699	10.54085	-85.09293	2558	25	4
COSTA RICA	Santa Cecilia	6109	11.06101	-85.27857	2585	26	4
COSTA RICA	Abangares	6121	10.05493	-84.49443	1940	27	5
COSTA RICA	Pocosol	6156	10.89688	-85.60125	1510	26	6
COSTA RICA	Chapernal	6243, 6244, 6248, 6250, 6251	10.06589	-84.53552	1940	27	5
COSTA RICA	Upala	6253	10.84879	-84.92218	2558	25	4
PANAMÁ	Quintín	73, 79, 710	8.25682	-78.26795	2500	26	4
PANAMÁ	Punta Alegre	711	8.04698	-78.23505	2500	26	4
PANAMÁ	Punta Alegre	713	8.26119	-78.23616	2500	26	4
PANAMÁ	Tonosí	717, 719, 721, 724, 726	7.33517	-80.48316	2500	25	4
PANAMÁ	Gatún	731, 732, 733	9.268	-79.91958	2500	25	4
PANAMÁ	Paraíso	735	9.03278	-79.62656	2500	25	4

Cuadro 3. Comparación de medias Tukey para las procedencias de *Swietenia macrophylla* en el ensayo Laberinto, Los Chiles, Costa Rica a los 251 días de plantado en el vivero.

Grupos Tukey	Diámetro medio (cm)	N	Procedencia	Grupos Tukey	Altura media (m)	N	Procedencia ¹
A	22	401	4	A	108	55	2
B A	20	55	2	B A	105	401	4
B A	20	405	7	B A C	99	265	3
B	19	265	3	B D C	98	588	1
B C	19	588	1	B D C	97	436	5
B C	19	458	6	D C	93	458	6
C	17	436	5	D	89	405	7

1 Procedencias: 1=México, 2 = Belice, 3 = Guatemala, 4 = Honduras, 5 = Nicaragua, 6 = Costa Rica, 7 = Panamá.

2 N es el número de individuos evaluados por procedencia

muestran que existe suficiente variación para un programa de mejoramiento utilizando las progenies locales del norte del país.

Los resultados del ensayo Lagartera en donde se produjo una inundación por influencia de un huracán que afectó el clima en esa zona, se observa que el efecto de las progenies no es significativo para la variable diámetro, la altura es significativa ($P > 0.01$) así como el efecto ataque pero a muy bajo nivel. Al comparar los resultados de los tres ensayos se observa la importancia de sostener al máximo el mantenimiento de los ensayos y realizar un control adecuado de las malezas. También el arado proporciona dadas las condiciones de los suelos de esta zona, condiciones muy adecuadas para el crecimiento de la especie. El crecimiento en este ensayo a los 585 días fue menor al obtenido en los otros dos ensayos, este ensayo además de tener problemas de inundación en los primeros estadios de desarrollo, no tuvo una preparación de arado y rastreo como si lo tuvieron los otros dos ensayos.

La media de incremento diamétrico anual en Lagartera es de 2.9 cm para el diámetro, mientras que en Upala es de 3.2 cm y en Laberinto es de 3 cm. Para la variable altura el incremento medio anual obtenido para Lagartera fue de 1.14 m, 1.44m en Upala y 1.42m en Laberinto. El ensayo de Upala por estar en mejor condición edáfica presentó los mejores crecimientos.

CONCLUSIONES

Considerando la alta variación encontrada dentro de las poblaciones estudiadas es urgente su conservación y el uso de las mismas en programas de reforestación o agroforestales. Algunas de las áreas más importantes para su conservación son: Calakmul Reserva de la Biosfera, Estación Experimental San Felipe, Parque Nacional Tikal, Parque Nacional Bosawas, Parque Nacional Cerro Hoya, Parque Nacional Darién, Parque Nacional Santa Rosa, Finca José Eduardo Rodríguez, Finca Rigoberto Abarca, Jardín Botánico Lancetilla y Área Cooperativa Las Mangas.

Tanto para las progenies de Costa Rica (ensayos Upala y Lagartera), y las progenies centroamericanas y de México existen altos niveles de variación genética aditiva para los valores de rendimiento en altura y diámetro. Las mejores progenies a las edades estudiadas (621 días Upala, 251 días Laberinto y 585 días Lagartera) fueron en Laberinto la 721 de Panamá y la 444 de Honduras para la variable diámetro y en altura las progenies 444 y 564 de Nicaragua. En el ámbito de procedencias Belice y Honduras ocuparon los primeros lugares en crecimiento en diámetro y altura. Para el ensayo de Upala de progenies de Costa Rica, se encontró que las progenies 93 y 51 presentaron los mejores crecimientos en altura y diámetro.

En relación con resistencia al *Hypsipyla* no se encontró variación en cuanto a la presencia o no de ataque del barrenador en ninguno de los tres ensayos, la mejor significancia fue en Lagartera al 0.009, que aunque es baja muestra parcialmente que aquellos individuos de mayor precocidad pueden responder mejor al ataque.

Aunque los resultados son preliminares, es difícil que el escrutinio de las progenies cambie porque el ataque de *Hypsipyla* se acentuará aún más en aquellas progenies de crecimiento menos precoz, por lo tanto la selección temprana de las progenies en Caoba es una medida conveniente. Heredabilidad y el coeficiente de variación genética aditiva fueron altos para la altura y el diámetro, estos valores indican que es posible obtener ganancias genéticas considerables.

La metodología de colección de germoplasma permitió realizar una prospección adecuada para el estudio de los recursos genéticos de los bosques centroamericanos. Se recomienda la combinación de estudios cuantitativos con estudios de marcadores moleculares en la investigación de la diversidad genética de las especies.

LITERATURA CITADA

- Cornelius, J.P. 1994. Heredabilities and additive genetic coefficients of variation in forest trees. *Can. J. For. Res.* 24(2): 372-379.
- Navarro, C., Hernández, M., Gillies, A., Wilson, J. 1997. Resultados de el Proyecto Evaluación de la Diversidad Genética de Caoba, en Centro América y México. In Morales, E., y Cartín, F. Eds. Memoria III Congreso Forestal Centroamericano. San José, Costa Rica. 278 p.
- Navarro, C.; Hernández, M. 1998. In Memoria I Congreso Latinoamericano de IUFRO. El manejo sustentable de los recursos forestales. Desafío del siglo XXI. Nov 98. Valdivia, Chile.
- Patiño F. 1997 Genetic Resources of *Swietenia* and *Cedrela* in the Neotropics: Proposals for coordinated action. 1997. Based on contractual work for FAO by P.Y. Kageyama. C.Linares B., C. Navarro P. y F. Patiño V. Forest Resources Division, Forestry Department, FAO, Rome.
- Wilson, J., Gillies, A.C.M., Newton, A.C., Cornelius, J.P., Navarro, C., Hernández, M., Kremer, A., Labbe, P. y Caron, H. 1995. Assessment of genetic diversity of economically and ecologically important tropical tree species of Central America and the Caribbean: implications for conservation, sustainable utilization and management. First Annual Scientific Report to the European Commission, 1 November 1994 - 31 October 1995.

Avances en la mejora genética de *Pinus caribaea* Mor. Var. *caribaea* Barret y Golfari, en la República de Cuba.

Mariano H. Pérez Santana¹ ; Anibal González²; Pablo Echevarría³ .

INTRODUCCION

Los trabajos de mejoramiento genético con *Pinus caribaea* Var. *caribaea* se iniciaron a mediados de la década de los años 60, cumpliendo un intenso y variado programa de actividades de investigación y desarrollo en poblaciones muy erosionadas por las talas indiscriminadas durante siglos.

Desde el inicio los trabajos se orientaron hacia el desarrollo de la fase experimental, selección de árboles plus, estudios de descendencias, bancos de clones y la creación de huertos semilleros clonales, para ganar tiempo por el largo ciclo reproductivo de la especie *Pinus caribaea* Var. *caribaea* es endémico del occidente de Cuba y en condiciones apropiadas aplicando los avances de la mejora genética, alcanza en 30 años entre 30 y 40 m de altura y un volumen maderable superior a los 400 m³/ha.

Ofrece alrededor de 60 mil semillas/kg con una pureza entre 95 y 99 % y su germinación se ubica entre el 75 y 85 %. Su época de recolección comprende desde finales de Junio y todo el mes de Julio. Para el almacenamiento, las semillas deben tener una humedad del 10 al 12 % y a una temperatura de 5 °C.

Se han seleccionado 6 fuentes semilleras naturales con un área superior a las mil ha. También se muestrearon los orígenes geográficos con los cuales se establecieron seis experimentos de campo que han permitido regionalizar el uso de la semilla de esta especie en todo el país.

Las principales fuentes semilleras naturales de la especie son: Marbajita, Cajálbana y los Palacios. A estas masas se

le han dado tratamientos silviculturales y de mejora mediante raleos para extraer los árboles cuya conformación fenotípica no responde a las mejores características de la especie.

MULTIPLICACION VEGETATIVA

Para multiplicar los árboles plus y establecer bancos de clones y huertos semilleros clonales, se realizaron experimentos sobre métodos y épocas más apropiadas para injertar en esta especie. Se determinó que el método idóneo es el de púa lateral con suplemento hídrico (Cuadro 1) con el cual se puede alcanzar éxitos sostenidos de entre el 70 y el 80 % de injertos logrados. También se determinó que la época más apropiada para realizar estas operaciones son los meses comprendidos de noviembre a abril (Cuadro 2). Ambos resultados, han permitido optimizar los trabajos de multiplicación vegetativa en esta especie (Fig. 1).

Cuadro 1. Métodos de injertar y porcentajes de injertos logrados, Cuba.

Métodos probados	Injertos logrados (%)
1.-Púa lateral con incisión en la base.	44
2.-Corona de cuña a pleno sol.	15
3.- Púa lateral con suplemento hídrico.	75
4.- Corona de cuña con media sombra.	10
5.- Corona de cuña con protección de papel y bolsas plásticas	4

ESTABLECIMIENTO DE BANCOS CLONALES

En lo fundamental se han establecido dos bancos de clones: uno para el programa de la 1a generación con 118 clones y otro para los trabajos de la 2a generación con 185 clones, se trabaja por completar la representación de los árboles seleccionados en los bancos de clones, con vistas a proteger los fenotipos e incluirlos en los trabajos de mejora.

¹ Investigador Auxiliar.

² Investigador Agregado.

³ Instituto de Investigaciones Forestales (IIF).

Calle 174 # 1723 / 17 B y 17 C. Reparto Siboney, Playa, Ciudad de la Habana Cuba.

Telef. (537) 214589. Fax. (537) 666071.

Email: iif@ip.etcscs.cu

Cuadro 2. Resultados de las épocas de injerto. Cuba.

Meses	Injertos logrados (%)
Enero	67
Febrero	50
Marzo	52
Abril	58
Mayo	41
Junio	35
Julio	27
Agosto	25
Septiembre	27
Octubre	43
Noviembre	60
Diciembre	55

El objetivo fundamental del primer banco de clones, fue suministrar material vegetativo para el establecimiento de un amplio programa de mejora genética en la 1ra generación que incluyó 220 ha de huertos semilleros clonales. En la evaluación realizada a este banco, se encontraron diferencias altamente significativas entre clones y un alto grado de correlación entre éstos y sus progenies para la altura total y el diámetro a 1.30 m. Mediante la técnica de picas descendentes con canal central se estudió la variación clonal en la exudación de oleoresina, determinando los rendimientos en gramos por metro-cara de resinación con vistas a un programa de mejora para doble propósito (Cuadro 3).

Cuadro 3: Rendimientos medios de los mejores 20 clones en los rendimientos de oleoresina y en el volumen total de madera en el banco clonal de "El Caimito" a los 16 años, Cuba.

Clon (No.)	Rend. Oleoresina (g/mc)	Volumen (m ³ /ha)
97	788	230
14	560	180
46	538	380 *
65	496	350 *
6	490	180
105	490	340 *
42	474	150
37	472	280
3	470	230
21	451	430 *
57	448	330 *
64	448	370 *
85	443	240
68	437	340 *
22	436	310 *
26	430	440 *
74	409	220
44	408	350 *
40	401	330 *
95	400	230

Para la consecución de los trabajos de mejora, se amplió la selección de árboles plus a un total de 480 fenotipos y se estableció un nuevo banco con 185 clones. El principal objetivo de este banco es la realización de cruzamientos controlados (cruces biparentales), con vistas a la obtención de material de genealogía conocida para la 2a generación. Estos cruces se han realizado tomando como base la información de las pruebas de progenies por polinización libre y los resultados de las evaluaciones al banco clonal, fundamentalmente el volumen y el rendimiento de resina (Cuadro 4). Se han reportado valores de repetibilidades de 0,51 en diámetro y 0,56 en la altura total (Fig. 2).

Estudios de descendencias por polinización libre (semi - fratrias).

Se ha establecido una serie de pruebas de progenies en tres localidades del país, con potencialidades para el desarrollo de plantaciones con esta especie. Para el montaje de estos experimentos se han empleado diseños estadísticos de bloques completos al azar con parcelas mono árbol. Este tipo de diseño tiene el inconveniente de presentar muchas parcelas perdidas. Por ello en la actualidad, se emplean

Cuadro 4. Relación de los mejores clones para doble propósito madera-resina a los 10 años en el banco clonal de Viñales, Cuba.

Clon (No.)	Volumen de madera (m ³ /ha)	Rend. Oleoresina (g/mc)
137	67.28	419
138	78.34	299
205	90.60	229
206	90.78	301
208	100.00	252
209	119.46	243
210	83.68	228
211	70.39	229
213	131.89	214
216	82.44	229
220	100.46	271
224	92.93	365
234	73.12	218
240	73.69	214
245	75.51	210
249	71.69	222
252	101.41	298
253	90.20	243
255	90.36	229
256	95.10	218
259	77.42	207
261	85.15	322
262	97.53	241
266	82.31	342
267	75.48	289
270	80.46	312
272	93.13	308
286	68.99	257

Cuadro 5. Datos promedios por familia de la medición realizada para el parámetro "Altura total" a los 7 años, Cuba.

Fam. (No.)	Altura media (m)	Fam. (No.)	Altura media (m)
15	11,0	117	9,8
11	10,7	60	9,8
68	10,4	70	9,8
24	10,3	17	9,7
21	10,2	96	9,7
30	10,2	100	9,6
12	10,2	103	9,6
53	10,1	Testigo	9,4
25	10,1	5	9,4
58	10,1	34	9,4
72	10,1	115	9,2
99	10,1	88	9,2
19	10,0	116	9,2
9	9,9	74	9,1
63	9,9	98	9,0
101	9,9	6	9,0
1	9,9	78	8,9
22	9,8		

Cuadro 6. Datos promedios por familia de la medición del diámetro medio 1.30 m a los 7 años, Cuba.

Fam. (No.)	Diámetro (cm)	Fam. (No.)	Diámetro (Cm)
11	14,9	68	13,0
21	13,8	72	12,9
25	13,8	58	12,9
15	13,7	101	12,9
99	13,7	60	12,8
19	13,7	115	12,7
30	13,6	17	12,6
24	13,6	98	12,5
70	13,6	Testigo	12,5
96	13,3	9	12,2
103	13,3	88	12,0
117	13,2	74	11,8
53	13,2	22	11,8
1	13,1	6	11,8
100	13,1	101	11,8
12	13,1	78	11,8
5	13,1	34	11,7
63	13,0		

diseños de bloques incompletos o de bloques completos con parcelas en hileras de 5 a 10 plantas.

Se han estimado heredabilidades en sentido estricto entre 0,6 a 0,8. Mientras la ganancia genética para las características: volumen maderable y rendimiento de oleoresina fluctúa entre el 15 y el 40 %.

En los Cuadros 5 y 6 se expone la altura y el diámetro respectivamente de progenies de semi -fratrias en la localidad de Marbajita, próximo a la principal área de distribución natural de la especie.

Comportamiento de descendencias por polinización controlada (fratrias).

Hasta el presente se han establecido 6 pruebas de campo con resultados altamente significativos. Uno de los cuales fue establecido en la localidad de "El Caimito" municipio La Palma, Pinar del Río, en un suelo del Tipo Fersialítico Pardo Rojizo, a una altitud de 130 msnm, un régimen pluviométrico de 1700 mm y una temperatura media de 24.3 °C. En la fase de vivero se utilizó un diseño de bloques totalmente aleatorizado y en el campo el diseño de bloques completo al azar con 18 tratamientos, 10 plantas por parcelas y 4 repeticiones a un espaciamiento de 3 x 3 m. Los datos de la mediciones fueron procesados mediante análisis de varianzas y se encontraron diferencias altamente significativas entre cruzamientos (Cuadro 7). Se estimaron heredabilidades en sentido estricto de 0.84 para la altura total, 0.79 para el diámetro y 0.96 para el volumen total con corteza en m³/ ha y una ganancia genética de 34,6 %.

En este experimento se destaca el híbrido interracial 48 x 96 (Fig. 3) que a los 6 años alcanza un volumen de 92.58 m³/ ha. También sobresalen las cruces 8 x 16 con 61.20 m³/ ha y el 23 x 41 con 54.42 m³/ ha (Cuadro 7).

Huertos semilleros clonales

Constituyen la fase final del Programa de Mejora Genética que se ha desarrollado, con vistas a suministrar semillas de calidad

superior para los planes de reforestación con esta especie en todo el país y para disponer de cantidades apropiadas de semillas para la exportación. Se han establecido 220 ha de huertos semilleros clonales los que ya se encuentran en plena producción. En estos huertos se han representado 108 clones que conforman el material de mejora para la generación. La estrategia adoptada, en el establecimiento de los huertos, fue la de incluir todos los árboles plus seleccionados para esta fase y desarrollar simultáneamente los estudios de descendencias por polinización libre. Los rametos fueron dispuestos aleatoriamente a 12 x 5 m, con vistas a reducir en un 50% el número de clones, dejando los genotipos que transmiten adecuadamente las mejores características a sus descendientes.

Sobre la base de la información obtenida de los estudios de descendencias por polinización libre y la evaluación clonal, se ha iniciado la eliminación de los peores genotipos en el huerto semillero. En el primer raleo genético, se está extrayendo el 30 % de los clones y en una segunda intervención (dentro de dos años) se debe llegar a un 40 - 50 %, dejando el huerto con unos 55 - 60 clones "élites".

Por otro lado se desarrolló una investigación sobre diferentes niveles de N y P como portadores y NPK en fórmula completa, definiendo preliminarmente una dosis por hectárea de 200 kg de N, 100 kg de P y 100 kg de NPK en fórmula completa. Ello ha permitido incrementar las cosechas en más de un 50 % y evitar los ciclos de altas y bajas cosechas, pues con las aplicaciones de fertilizantes las plantas reponen los nutrientes invertidos en las cosechas.

CONCLUSIONES

1. Los estudios de métodos y épocas de injertar permitieron optimizar los trabajos de multiplicación vegetativa para la creación de los bancos de clones y los huertos semilleros clonales.
2. El primer banco clonal facilitó la obtención de material vegetativo para la creación del huerto semillero y a la vez jugó un papel fundamental para conservar los árboles plus seleccionados y obtener información sobre el comportamiento clonal.
3. En el banco clonal para la 2a generación además de la conservación de los árboles seleccionados y la evaluación de los rendimientos de madera y resina, ha permitido la realización de cruces biparentales para la obtención de material de genealogía conocida para las fases subsiguientes del programa.
4. Los estudios de descendencias por polinización libre han permitido determinar el grado de heredabilidad de

las características fenotípicas de los árboles plus seleccionados.

5. El comportamiento de las descendencias obtenidas por polinización controlada tienen un valor relevante en el programa de mejora por selección recurrente en esta especie. Los altos valores de heredabilidad $> 0,79$ y una ganancia genética de 34,6 %, confirman lo antes expresado.
6. La estrategia adoptada en el establecimiento de los huertos a permitido obtener semillas de alta calidad genética en un tiempo relativamente corto.
7. La aplicación de dosis adecuadas de fertilizantes contribuyen a obtener cosechas altas y estables de frutos en los huertos semilleros.

BIBLIOGRAFIA

- Academia de Ciencias de Cuba. Instituto de Suelos. 1973. Génesis y clasificación de los suelos de Cuba.- La Habana. Instituto de Suelos. p.253-266.
- Allard, E.W. 1980. Principios de la mejora genética de las plantas. 4. ed.- - Barcelona. Omega. 498 p.
- Fernández, Claudia J. *et al.* 1990. Estudios clonales en un banco de genes de *Pinus caribaea*. Revista Forestal Baracoa 20 (1): 59-66.
- González, A. y Pérez, M. 1983. Comportamiento de progenies de polinización libre y controlada de un huerto semillero de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Revista Forestal Baracoa 13 (1): 7 - 28.
- Instituto de Investigaciones Forestales. 1990. Tablas de volumen, surtido y densidad del *Pinus caribaea* en plantaciones puras para Cuba. Ciudad de la Habana. 15 p.
- Pérez, M. *et al.* 1990. Estudios de descendencias de *Pinus caribaea* var. *caribaea* en la localidad de Marbajita Pinar del Río. Revista Forestal Baracoa 20 (2): 43-56.
- Pérez, M. *et al.* 1992. Comportamiento juvenil de progenies de fratrias en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Barret y Golfari. Revista Forestal Baracoa 22 (3): 7 -15.
- Ramos, A. 1988. Comportamiento de progenies de semifratrias en *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tesis (Ing. For.) Centro Universitario de Pinar del Río. 1988.
- Rodríguez, O. y Vidal, O. 1988. Análisis del comportamiento juvenil de 9 progenies y un testigo de *Pinus caribaea* var. *caribaea*. Tesis (Ing. For.) Centro Universitario de Pinar del Río.
- Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. México. Limusa. 545p.

Relación entre el grado de heterocigosidad y características de las semillas en *Alnus acuminata*.

Olman Murillo¹

INTRODUCCION

El uso de marcadores genéticos en el mejoramiento genético es relativamente reciente. Sin embargo, sus posibles aplicaciones empiezan a dar respuesta a numerosos problemas prácticos para programas de mejoramiento y conservación genética forestal (Hattemer *et al.* 1993). Uno de los fenómenos poco conocidos aún en la genética forestal, es el relacionado con la heterocigosidad y sus implicaciones en la población (Altukhov *et al.* 1986). La heterocigosidad implica variabilidad, es decir, individuos que son portadores de varios alelos para un mismo locus genético. La heterocigosidad es uno de los mecanismos más eficientes de una población para lograr mantener alelos raros, evitando de esta manera su extinción. Por lo que comúnmente se le designa como un elemento positivo desde el punto de vista evolutivo. Sin embargo, algunos trabajos han encontrado una asociación negativa con el grado de heterocigosidad y la viabilidad de las progenies. En un trabajo realizado con *Pinus radiata* se encontró, que familias con mayor grado de heterocigosidad registraban un menor rendimiento en crecimiento en ensayos de progenie (Strauss y Libby 1987). Por su parte Altukhov *et al.* (1986) encontraron que, a mayor grado de heterocigosidad las semillas de estas familias de *Picea abies* contenían un mayor porcentaje de semillas vanas. En el presente trabajo se muestran los resultados de una investigación con 50 familias de una población natural de *Alnus acuminata*, y la relación entre su grado de heterocigosidad y varios parámetros de viabilidad de sus semillas.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizó semilla de 50 árboles de una población natural de *A. acuminata* procedente de Tecpán, en Chimaltenango, Guatemala, colectada en enero de 1997 por personal del Banco de Semillas Forestales de Guatemala (BANSEFOR). Los árboles estaban separados por más de 50 m y fueron colectados el mismo día. Después del debido procesamiento de los frutos y semillas, estas fueron almacenadas en bolsas

plásticas herméticamente selladas a 5 °C. El ensayo de germinación se realizó dos meses después de colectada, utilizando cuatro repeticiones de 50 semillas cada una, para cada uno de los 50 lotes. Las semillas de tamaño excesivamente pequeño, incompletas y visiblemente dañadas fueron descartadas manualmente. Las semillas fueron germinadas en platos petri con papel filtro, colocados en cámaras bajo las siguientes condiciones ambientales:

- Luz: 12 horas
- Temperatura: 10 °C mínimo (oscuridad) y 24 °C máximo (luz)
- Humedad relativa del aire: entre 50 y 60% para ambos periodos

Los platos petri fueron cambiados cada dos días de posición dentro de la cámara de germinación con el fin de disminuir errores experimentales. El ensayo de germinación se extendió hasta 35 días y las semillas se evaluaron cada 2-3 días, considerando como germinadas aquellas cuya radícula era más larga que el tamaño de la semilla. El análisis de la energía germinativa y su dinámica se basó en el parámetro conocido como Valor Pico (Czabator 1962), el cual se obtiene al dividir cada vez el acumulado de germinación entre el número de días correspondiente. Los resultados de porcentaje de germinación y valor pico obtenidos para cada lote de semilla fueron ordenados en tres categorías:

1 (alto)	= > 66.6%
2 (medio)	= 33.3 a 66.6%
3 (bajo)	= < 33.3%

con los datos de Valor Pico se tomó el valor máximo observado (9.54) y se le consideró como el valor máximo ó 100%, a partir del cual se establecieron entonces tres categorías de Valor Pico

1 (alto)	= > 6.36
2 (medio)	= 3.18 to 6.36
3 (bajo)	= < 3.18

A partir de los datos de germinación se obtuvieron adicionalmente las siguientes variables:

- Porcentaje de germinación hasta el día 16 (cuando la mayoría de los lotes habían concluido su germinación en más de un 80%)

¹ Escuela de Ingeniería Forestal. Instituto Tecnológico de Costa Rica. FAX (506) - 591 3315. omurillo@itcr.ac.cr

- b) Día cuando se observó la mayor cantidad de semillas germinadas.
- c) Cantidad máxima de semillas germinadas observadas en un mismo día.

Para cada familia se determinó también el peso (g) de 1000 semillas, a partir de la información obtenida de cuatro determinaciones de peso de 100 semillas a temperatura ambiente, cuyos valores fueron registrados hasta el tercer decimal.

El análisis genotípico se realizó con base en patrones de isoenzimas obtenidas con la técnica de electroforesis de almidón en cámaras horizontales. Las proteínas fueron extraídas de hojas tiernas de plántulas después de 10 días de germinadas. Se utilizaron entre 10 a 30 plántulas al azar de cada una de las 50 familias investigadas, para un total de más de 700 muestras analizadas. De un total de 22 sistemas loci revisados, se trabajó finalmente con los 5 loci de mayor resolución y polimorfismo, a saber: isocitratodehidrogenasa (IDH) {1.1.1.4.2}, menadionereductasa (MNR){1.6.99.2}, 6-phosphogluconatedehidrogenasa (6-PGDH){1.1.1.44}, phosphoglucoisomerasa (PGI){5.3.1.9} y phosphoglucomutasa (PGM){2.7.5.1}.

Detalles sobre los procedimientos y protocolos de laboratorio se pueden encontrar en el trabajo de Murillo y Hattemer (1997). Así también, el procedimiento para determinar el genotipo materno a partir del genotipo de su progenie se puede revisar en el trabajo de Murillo (1997)

RESULTADOS Y DISCUSION

En el Cuadro 1 se muestra para cada familia el genotipo materno y sus respectivos porcentajes de germinación, valor pico, peso seco de 1000 semillas y el grado de heterocigosidad.

En la medida en que el grado de heterocigosidad de la familia aumenta, se incrementa también el número de familias con un alto valor en su porcentaje de germinación (Cuadro 1), pero que después de un valor de $k = 2$, se reduce rápidamente el número de estas familias (Fig. 1). Con un grado de heterocigosidad de $k = 3$ o 4 , se registra un número menor de familias y prácticamente solo aquellas familias con los valores más bajos de germinación. Resultados similares se pueden observar entre el grado de heterocigosidad y el valor pico de la familia. El valor óptimo de heterocigosidad (basado en 5 loci), donde coincide con los valores máximos de germinación y valor pico de germinación es con valores $k = 1$ a 2 . Si se observa, estos valores están muy cerca del promedio de heterocigosidad de la población ($\bar{x} = 1.43$). Ambos parámetros siguen una asociación negativa y no lineal con el grado de heterocigosidad ($r = -0.25$, $p < 0.11$). Una curva de una

regresión polinomial ajustada para estos datos con la función $y = 4.454 + 1.272x - 0.57x^2$ (para el valor pico) y, $y = 53.93 + 8.67x - 4.23x^2$ (para el porcentaje de germinación) produjo los valores mínimos residuales.

Estos resultados son consistentes con los reportados por Altukhov *et al.*(1986), quienes encontraron una relación similar entre el porcentaje de semillas vanas y el grado de heterocigosidad en *Picea abies*. Estos autores propusieron la hipótesis de que en una población natural existe un valor óptimo del grado de heterocigosidad, y que ambos extremos, tanto un exceso como un valor muy bajo de heterocigosidad, son desfavorables para el funcionamiento normal del sistema. Se asume con esto que aquellos individuos altamente heterocigotas portan un número alto de alelos letales y semiletales, y que el precio evolutivo que se paga por estos altos niveles de heterocigosidad es la segregación de alelos recesivos letales o semiletales en su progenie, esto corresponde en la mayoría de los casos con genotipos inadaptados, que formarán parte de la carga genética de la población. Resultados similares también fueron reportados por Strauss y Libby (1987), en *Pinus radiata* quienes encontraron que aquellos individuos con niveles de heterocigosidad lejos del óptimo, se observaron asociados con una tasa de crecimiento también baja.

Este tipo de resultados sugieren que en una población existe un nivel óptimo de heterocigosidad, el cual se aproxima a un cierto fenotipo promedio (Althukhov *et al.*1986). En esta investigación se encontró que las tres familias con los valores más altos de germinación y valor pico contenían un grado de heterocigosidad $k = 1$; las siguientes mejores dos familias un valor de $k = 2$, que juntos significan un valor promedio de $k = 1.4$; el cual es casi el mismo que el promedio poblacional de heterocigosidad ($\bar{x} = 1.43$). Estos datos permiten proponer, que tanto aquellos individuos con baja o muy alta heterocigosidad ($k = 0$; $k > 2$) presentan un menor nivel de adaptabilidad (menor energía y capacidad germinativa). Sin embargo, un análisis cuidadoso de los datos muestra que una mejor explicación de lo observado es la mayor presencia de alelos raros en el genotipo de una familia. Aquellas familias con dos ó más alelos raros presentes en su genotipo, fueron en muchos casos las mismas familias con los menores porcentajes de germinación (χ^2 , GL = 9,9023 *). Así también se explica, que aquellos individuos con un mayor grado de heterocigosidad, tienen entonces una mayor probabilidad de portar algún alelo raro en su genotipo. Por lo tanto, la presencia de alelos raros en un genotipo sugieren el comportamiento de un efecto de dosis: a mayor presencia de alelos raros, menor porcentaje y energía germinativa en su progenie.

Este tipo de resultados sugiere, que en programas de conservación y mejoramiento genético se podría pensar en utilizar el grado de heterocigosidad como un criterio para la elección y ubicación espacial de individuos en un área

Cuadro 1: Identidad genotípica estimada y valores de los parámetros de germinación de 50 familias de *Alnus acuminata* procedente de Tecpán, Chimaltenango, Guatemala

Familia	MNR-A	IDH-B	6-PGDH-A	PGM-A	PGI-B	Peso de 1000 semillas (g)	Grado de heterocigosidad	Germinación (%)	Valor pico de germinación
1	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,472	1	57.5	4.28
2	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,622	3	77.3	4.15
3	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,678	0	79.5	7.14
4	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,476	0	68.0	6.64
5	A ₂ A ₂	—	—	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,488	—	70.5	8.49
6	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,674	2	46.5	2.98
7	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,530	0	78.0	5.00
8	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	1	45.5	2.21
9	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,506	3	27.0	1.80
10	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,482	2	24.5	2.46
11	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,558	1	81.5	7.02
12	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,504	1	77.5	6.85
13	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,634	2	49.0	4.64
14	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,646	1	68.0	3.64
15	A ₂ A ₂	—	—	—	B ₂ B ₂	0,434	—	17.5	1.30
16	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	—	B ₂ B ₂	0,448	—	62.5	4.57
17	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,364	3	29.5	2.27
18	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	—	B ₂ B ₂	0,396	—	36.5	2.05
19	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,730	1	65.5	3.15
20	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,534	2	75.0	7.47
21	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,480	1	54.5	2.50
22	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,394	0	25.0	1.45
23	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	—	0,354	1	51.0	5.07
24	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,490	0	35.0	4.33
25	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,746	2	80.0	6.84
26	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,514	0	74.5	6.20
27	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,444	1	13.0	0.91
28	—	—	—	—	—	0,480	—	2.5	0.32
29	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	—	B ₂ B ₂	0,516	2	49.5	3.65
30	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	—	B ₂ B ₂	0,290	—	34.0	1.68
31	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,478	1	41.5	3.27
32	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,278	3	19.5	2.18
33	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,526	1	56.0	9.54
34	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,626	1	73.5	8.75
35	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,528	2	50.5	8.41
36	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	—	B ₂ B ₂	0,512	—	60.0	4.18
37	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,392	1	34.5	3.75
38	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,576	1	62.0	6.62
39	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	2	62.0	3.85
40	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	2	69.5	4.79
41	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,572	3	36.0	2.31
42	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,740	1	81.5	8.00
43	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₂	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,608	4	23.0	0.91
44	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,424	0	34.0	2.29
45	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,782	1	94.0	9.02
46	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,360	0	29.5	1.93
47	—	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,648	1	57.0	4.41
48	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	3	63.5	4.83
49	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	A ₁ A ₁	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	0,324	2	19.5	1.63
50	A ₂ A ₂	B ₂ B ₂	—	—	—	—	—	2.5	0.18
n	38	47	37	42	47		42	50	50

de producción de semilla. Aquellos individuos con grados sumamente altos de heterocigosidad tenderán a producir progenies con un menor valor de viabilidad (fitness) que el resto de los individuos. Pero por otra parte, estos individuos son los únicos en la población que portan alelos raros, que también podrían ser de utilidad como parte de la variabilidad natural. Por lo tanto, la utilización de estos

individuos (alto grado de heterocigosidad) deberá tomar en cuenta los objetivos del programa.

Finalmente, no se observó ninguna asociación significativa entre el Valor Pico de germinación y el grado de heterocigosidad. Así tampoco se determinó algún nivel significativo de asociación entre la heterocigosidad con el

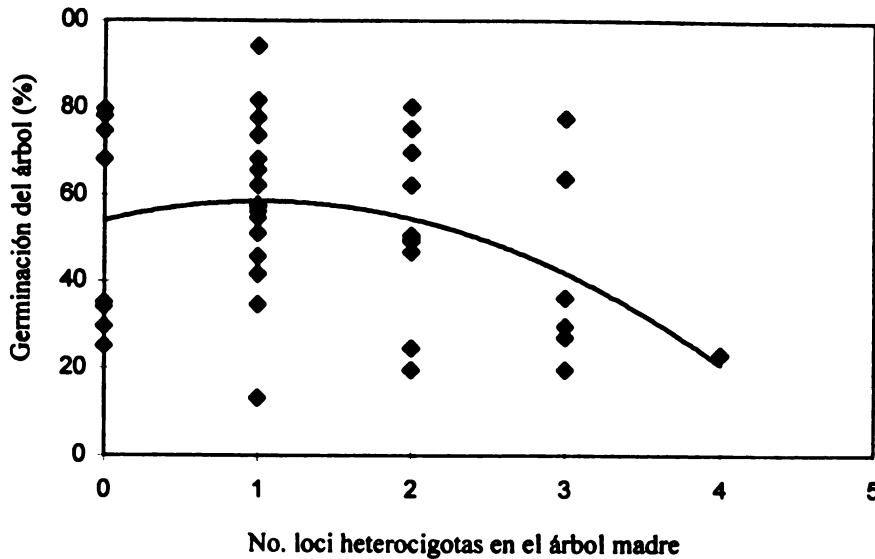


Figura 1: Distribución del grado de heterocigosidad en relación con el porcentaje de germinación de 42 familias de *Alnus acuminata* de Tecpán, Guatemala.

peso de la semilla. Por último, se registró una asociación levemente significativa entre el peso de la semilla y el porcentaje de germinación (χ^2 , GL = 9,1 *).

CONCLUSIONES

Se concluye que aquellos individuos altamente heterocigotas portan un número alto de alelos letales y semiletales, y que por tanto, el precio evolutivo que se paga por estos altos niveles de heterocigosidad es la segregación de alelos recesivos letales o semiletales en su progenie. Este tipo de resultados sugiere que en una población existe un nivel óptimo de heterocigosidad, el cual se aproxima a un cierto fenotipo promedio. Estos datos permiten proponer, que tanto aquellos individuos con baja o muy alta heterocigosidad ($k = 0$; $k > 2$) presentan un menor nivel de adaptabilidad (menor energía y capacidad germinativa). Sin embargo, aquellas familias con dos ó más alelos raros presentes en su genotipo, fueron en muchos casos las mismas familias con los menores porcentajes de germinación. Así también se explica, que aquellos individuos con un mayor grado de heterocigosidad, tienen entonces una mayor probabilidad de portar algún alelo raro en su genotipo. Por lo tanto, la presencia de alelos raros en un genotipo sugiere el comportamiento de un efecto de dosis: a mayor presencia de alelos raros, menor porcentaje y energía germinativa en su progenie. Este tipo de resultados sugiere, que en programas de conservación y mejoramiento genético se podría pensar en utilizar el grado de heterocigosidad como un criterio para la elección y ubicación espacial de individuos en un área de producción de semilla. Por tanto, la utilización de individuos con un alto grado de heterocigosidad deberá tomar en cuenta los objetivos del programa.

No se observó ninguna asociación significativa entre el Valor Pico de germinación y el grado de heterocigosidad.

Así tampoco se determinó algún nivel significativo de asociación entre la heterocigosidad con el peso de la semilla. Por último, se registró una asociación significativa entre el peso de la semilla y el porcentaje de germinación

BIBLIOGRAFIA

- Altukhov, Y.P., Gafarov, N. I., Krutovskii, K.V. y Dukharev, V.A. 1986. Allozyme polymorphism in a natural population of norway spruce *Picea abies* (L.) Karst. III. Correlation between levels of individual heterozygosity and relative number of inviable seeds. *Genetika* 22: 2825-2830.
- Czabator, F.J. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8: 386-396.
- Hattermer, H.H.; Bergmann, F. & Ziehe, M. 1993. Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft. J.D.Sauerländer's Verlag, Frankfurt am Main, Alemania.
- Murillo, O. 1997. Genetic investigations in natural populations of *Alnus acuminata* spp *arguta* (Schlectendal) Furlow from Central America. Cuvillier Verlag Göttingen, Alemania. 145 p.
- Murillo, O. 1998. Variación en parámetros de germinación de una población natural de *Alnus acuminata* de Guatemala. *CATIE. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales* No. 19:4-8.
- Murillo, O. & Hattermer, H.H. 1997. Inheritance of isozyme variants of *Alnus acuminata* spp. *arguta* (Schlectendal) Furlow. *Silvae Genetica* 46: 51-55.
- Strauss, S.H. y Libby W. (1987). Allozyme heterosis in radiata pine is poorly explained by overdominance. *The American Naturalist* 130: 879-890.

Programa de mejoramiento genético: caso *Pinus occidentalis* Swartz

Mariano H. Pérez Santana¹
Alfredo Jiménez
Juan Gilberto Torres

INTRODUCCION

El pino criollo (*Pinus occidentalis* Swartz), pertenece a la familia *Pinaceae* sección *Pinus*, subsección Australes (Betancourt 1987). (Eguiluz (1977) describe el género *Pinus* como perteneciente al subgénero (sección) *Diploxylon*, a la subsección *Pinaster* grupo Australes. En la Republica Dominicana esta especie ocupa un 6.3% de la cobertura boscosa, encontrándose distribuida en la Cordillera Central, Sierra de Bahoruco y en la Sierra de Neiba, ocupa un área de 302,500 ha (DIRENA 1998)

La Sierra es una región de 2,500 km², ubicada en la porción norcentral de la Cordillera Central de la República Dominicana que incluye los municipios de Jáncico, Monción y San José de las Matas en las cuencas altas de los Ríos Amina, Bao y Mao, que aportan el 90% del caudal del Río Yaque del Norte, que es el más importante del país.

El Plan Sierra desarrolla importantes actividades en la conservación y mejora de los recursos naturales en esta frágil región. Una de las tareas prioritarias es cubrir de bosque el 60% de ésta superficie, el *Pinus occidentalis* es la especie más utilizada en este proyecto.

Dentro de estas actividades se destaca el modelo de manejo ordenado de los bosques con La Celestina, el cual involucra a una Asociación de Silvicultores de 110 socios que obtienen su sustento manejando un bosque de pino en forma sostenible desde hace 15 años; los planes de manejo son realizadas con más de 200 propietarios de bosque y los programas de producción de plantas y créditos para cubrir áreas nuevas.

En los programas de reforestación se utiliza con excelentes resultados *P. occidentalis* y por la necesidad de preservar y mejorar los recursos genéticos de la especie, la cual es endémica de la Isla Hispaniola (Betancourt 1978), se ha iniciado un programa de mejoramiento genético para obtener semillas de alta calidad genética dentro de los planes de reforestación con esta especie en La Sierra.

ANTECEDENTES DEL PROGRAMA

Los esfuerzos del Plan Sierra por desarrollar un programa de mejoramiento genético con *P. occidentalis*, se inicio a finales de la década de los años 80. En 1989, se elaboró una propuesta de mejoramiento genético y establecimiento de un banco de semillas con esta especie.

En 1990 a solicitud del Plan Sierra (1990) Jasso Mata elaboró un programa de mejoramiento y conservación del bosque de *P. occidentalis* en la Cordillera Central.

Para dar continuidad a la temática del establecimiento de un programa de mejoramiento genético en el Plan Sierra, visitó nuevamente el país El Dr. J. Jasso (1991), en consultoría para la Fundación de Desarrollo Agropecuario (FDA). Sugirió que el programa de mejoramiento genético se basó fundamentalmente en el establecimiento de rodales semilleros, huertos semilleros sexuales, estudios de procedencias y huertos semilleros asexuales.

En 1993, fue visitado Cuba, para conocer sus avances en mejoramiento genético. Se continúan los recorridos de campo para tratar de ubicar fincas adecuadas para la instalación de los huertos semilleros. Se inician en el vivero los trabajos de reproducción del pino mediante la técnica de injerto, los resultados fueron alentadores. En esta etapa el Plan Sierra, contaba con la asistencia técnica del Servicio Social Alemán quien apoya esta actividad.

En 1997, el proyecto es considerado prioritario dentro del programa de reorganización y reactivación del Plan Sierra. Se iniciaron recorridos de campo para conocer la situación de los árboles plus identificados y se adquiere un terreno para el establecimiento del huerto semillero clonal

En 1998, se reinicia el Programa de Mejoramiento Genético de *P. occidentalis* y en marzo de 1999 se recibe financiamiento de la Asociación Cibao de Ahorros y Préstamos que han permitido avanzar significativamente en este Programa

¹ Programa de Mejoramiento Genético, Plan Sierra.

IMPORTANCIA DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO DE PINUS OCCIDENTALIS

El mejoramiento genético forestal ha demostrado ser no sólo una actividad económicamente justificable, sino la mejor opción para acometer y demostrar la efectividad de programas masivos de reforestación, cambiando el uso de la tierra con técnicas de mayor sustentabilidad y creando empleos permanentes en las zonas rurales. Cornelius (1998) plantea que en todos los países donde las plantaciones forestales desempeñan un papel importante en la economía, existen programas de mejoramiento genético bien desarrollados.

ACTIVIDADES REALIZADAS

· Fuentes o rodales semilleros:

Al referirse a la importancia de la fuente de semilla en los programas de mejoramiento genético forestal, Zobel y Talbert (1988) expresan que el éxito logrado en el establecimiento y productividad de las plantaciones forestales, está determinado en gran parte por la especie utilizada y la fuente de semilla utilizada.

Un rodal semillero es un grupo de árboles de la misma especie, el cual es mejorado mediante la tala de los individuos cuyas características fenotípicas no respondan a las mejores cualidades de la especie y es manejado adecuadamente, para producir semillas en cantidad suficiente y con la calidad requerida.

Estas fuentes semilleras suministrarán semillas de calidad genética para los programas de reforestación. También servirán de base para los estudios de procedencias, para reorganizar el uso de las semillas en el país. Es necesario recalcar que hasta tanto no se disponga de la información que brinden las pruebas de procedencia, se deberá utilizar el origen local, por la importancia que tienen en la posible adaptación, en los rendimientos y para la conservación "in situ" de los recursos genéticos de la especie. De lo planteado anteriormente, se infiere que para reforestar en Celestina, deberá utilizarse semillas de esa localidad y así sucesivamente en cada sitio a repoblar; otra opción es utilizar la procedencia más próxima.

Dentro de las especificaciones que se han tenido en cuenta para seleccionar un rodal semillero se consideran que los árboles estén cerca de la madurez y presenten una copa con suficiente cobertura para producir grandes cosechas de semillas. En el caso de *P. occidentalis*, los rodales tienen alrededor de los 30 años de edad. Se tomó en cuenta la accesibilidad, el aislamiento, las características fenotípicas, el estado fitosanitario de mejora a una faja de unos 100 m

al perímetro de la fuente semillera, seleccionada para disminuir la presencia de polen de mala calidad.

En el Cuadro 1 se incluyen los datos que se deben registrar al conformar el expediente de una fuente o rodal semillero.

Cuadro 1: Datos de los resultados de la identificación del rodal semillero de *Pinus occidentalis* en La Celestina República Dominicana. (basado en Brea 1998).

Especie: *Pinus occidentalis* País: República Dominicana
Nombre de la procedencia: La Celestina
Localidad: La Celestina, San José de las Matas
Latitud: 71° 2'N Longitud: 19° 23'O Altitud: 500 msnm
Temperatura media anual: 23° C Pluviometría: 1.200 mm
Área del rodal: 3.3 ha
Estado de la fuente: Pura
Tipo de bosque: Natural
Tipo de suelo: Franco arenoso
Densidad del rodal: 0.4
Condiciones de la fuente: En buen estado fitosanitario
Número de árboles/ha: 267
Altura media: 22 m
Diámetro medio: 29 cm
Edad aproximada: 40 años
Forma del fuste: 4 (escala 1-5)
Forma de la copa: 4 (escala de 1-5)
Producción de los frutos: Se expresa en volumen (anual)
Registro de semillas: Cantidad de kg de semillas puras
Nombre (s) de (l) colector (es): Responsable de la cosecha

· Localización y selección de árboles superiores:

Para seleccionar los fenotipos mejores de *P. occidentalis* se han realizado visitas en una importante área de la distribución natural de la especie, tanto en la zona de influencia del Plan Sierra, como en otras áreas donde la especie se desarrolla satisfactoriamente. En general, *P. occidentalis* presente una pobre conformación fenotípica, como ramas muy gruesas, deficiente poda natural, fuste no muy recto y muchos nudos. Por lo tanto, los índices para la selección se han orientado a la búsqueda de fenotipos dominantes en altura y diámetro, con ramas delgadas, finas y horizontales, con buena poda natural, fuste recto.

Para la selección de los árboles superiores de esta especie, se empleó un registro y escala de valores, cuyos indicadores se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Formulario utilizado para el registro de datos de los árboles superiores seleccionados de *Pinus occidentalis* en República Dominicana.

Nombre del evaluador: Juan Gilberto Torres
 Arbol Plus número: 10 Fecha: 14/1/99
 Ubicación: Las Piedras, San José de las Matas
 Pendiente: 40%
 Exposición: Sureste
 Posición de la Pendiente: Abajo
 Altitud (msnm): 700

Características evaluadas	Puntos asignados (ej.)	Peso específico (kg)	Total puntos
Vigor relativo	5	(3)	15
Rectitud del fuste	4	(3)	12
Altura total	4	(3)	12
Diámetro a 1.3 m	5	(3)	15
Grosor de las ramas	3	(2)	6
Angulo de inserción de las ramas	3	(2)	6
Poda natural	5	(2)	10
Densidad de la copa	4	(1)	4
Grosor de la corteza	3	(1)	8
Total general			83

Esta escala de valores, tiene una valoración que va de 1 a 5. El 5, es para los valores de las mejores características que se evalúan, 4 es para los que están por encima de la media, 3 para aquellos árboles que su fenotipo representa la media de la población y 2 y 1 para aquellas características que están por debajo de la media. Luego se multiplica por coeficiente arbitrario, asignado según la importancia del índice evaluado y se adoptó el criterio de que el árbol que no acumulaba una puntuación =70, no fue aceptado como árbol superior (Fig. 2 y 3).

Como resultado de las búsquedas realizadas se ha logrado localizar 66 árboles superiores restando por localizar 19 más. En el Cuadro 3 se presentan los resultados de los lugares visitados y los árboles seleccionados que son la meta de las nuevas selecciones a realizar.

Cuadro 3: Zonas visitadas, cantidad de árboles plus seleccionados y nuevas selecciones a realizar.

Zonas visitadas	Arboles plus seleccionados	Nuevas selecciones a realizar	Total
Celestina	12	0	12
Diferencia y Parque Nacional	8	2	10
Los Montones y zona aledaña	20	0	20
Jicomé y El Gallo	4	4	8
La leonor	7	3	10
Restauración	10	0	10
Sierra de Neiba y Batoruco	0	10	10
La Vega	5	0	5
Total	66	19	85

• Producción de patrones e injertía

Como parte del programa de Mejoramiento Genético, la etapa de producción de patrones consistió en la selección de plantas, provenientes de semillas de *P. occidentalis*, producidas en bandejas de Hikoboxes que culminó con el trasplante a fundas de polietileno de 11 x 12 pulgadas. Como sustrato para el llenado de las fundas se utilizó una mezcla de tierra aluvional en un 95% y 5% de pulpa de café descompuesta y 5 libras de fertilizante químico de la formula 15-15-15/m³. A los 15 días del trasplante se aplicó una inoculación con hongos micorrizadores, las especies utilizadas fueron *Rhizopogon nigrescens*, *Rhizopogon subaustralis*, *Suillus* sp. y *Pisolithus tinctorius*. Los cuidados siguientes fueron riego dos veces por día,

desyerbo y aplicación de insecticidas a base de Cypermethrina y Dimethoato para prevenir el ataque *Rhiazonia frustana*.

A la edad de 9 meses se inició la labor de injertía. El método de injerto utilizado fue el de púa lateral modificado con suplemento hídrico (Fig. 4). En Cuba se determinó este método como el más idóneo al alcanzar entre 70 y 80% de injertos logrados en *Pinus caribaea* (Pérez *et al.* 1998). Pérez (1999 Comunicación personal) plantea que estos resultados se obtuvieron utilizando material vegetativo de plantas entre 5 y 6 años de edad. Similares resultados se han obtenido en *P. occidentalis* en experimentos de métodos de injertos y épocas cuyos resultados están en la etapa de procesamiento.

Hasta el presente se han injertado 58 árboles plus, las edades de los mismos oscilan entre 40 y 60 años, los resultados han variado entre 0 y 83% de injertos logrados entre diferentes clones. En sentido general, el porcentaje de injertos logrados es bajo debido a que los árboles superiores tienen edades avanzadas y sus tejidos están muy lignificados lo cual dificulta el éxito del injerto. Se alcanzó una media de 20%.

El resultado anterior contrasta con el del estudio de métodos de injertos con púas de plantas jóvenes en donde en igual periodo se obtuvo un prendimiento superior al 80% de injertos en esta especie. Sin embargo, cabe destacar la importancia que en esta fase del programa ha representado poder rejuvenecer a través del injerto los árboles seleccionados para crear el banco de clones y el huerto semillero clonal.

· Banco de clones:

Con el objetivo de conservar y rejuvenecer "*ex situ*" los árboles superiores seleccionados, que han sido multiplicados a través del injerto, se ha iniciado la creación del primer banco clonal de *P. occidentalis* en Los Montones, San José de las Matas.

Se trata en el acontecimiento del área para iniciar la plantación de los clones disponibles en el mes de septiembre de 1999. En la actualidad se dispone de unos 50 clones que pueden ser llevados al banco y se continúa el proceso de producción de patrones y selección de nuevos fenotipos, para representar en esta colección unos 85 clones que formarán la base del Programa de Mejora Genética para la primera generación que desarrolla el Plan Sierra con esta especie.

El banco se ha establecido a un espaciamiento de 4 x 4 m y se plantarán 4 rametos por orteto. Dentro de los objetivos que debe cumplir este banco de clones, además de conservar y rejuvenecer los árboles superiores seleccionados en

diferentes localidades del país, está la producción de material vegetativo para la creación de huertos semilleros clonales, realizar estudios fenológicos, facilitar los trabajos de polinización controlada y evaluar el comportamiento clonal.

· Huerto semillero clonal:

Se ha iniciado la preparación del área en Guamita, San José de las Matas, para el establecimiento del huerto semillero clonal, que al igual que el banco, ya dispone de un número de injertos aptos para plantas y se continúa para completar en mayo del 2000 el área disponible de 3 ha.

En el huerto semillero se representarán entre 72 y 81 árboles superiores, los cuales se dispondrán en un diseño de bloques completos al azar con parcelas mono-árbol, a un espaciamiento de 5 x 10 m, con vistas a suprimir en el futuro alrededor del 50% de los clones, según los resultados de los estudios de descendencias.

· Estudio de descendencias/procedencias:

Existe dos tipos de descendencias o progenies, según se conozca a uno de ambos progenitores. Cuando se conoce sólo la madre se le denomina medios hermanos o semifratrías y en el caso que se conocen ambos progenitores se les llama fratrías. En el primer caso la polinización se realiza libremente en el bosque, mientras que en la segunda se obtiene a partir de la polinización controlada.

El objetivo fundamental de los estudios de descendencias es determinar el grado de heredabilidad de las características fenotípicas de los árboles plus seleccionados, con vistas a realizar los aclareos genéticos en los huertos semilleros.

En el caso de *P. occidentalis* se espera obtener información sobre la interacción genotipo ambiente a nivel familiar y de las diferentes procedencias. También se prevé utilizar diseños y espaciamientos adecuados que permitan transformar en el futuro las pruebas en huertos semilleros.

CONCLUSIONES

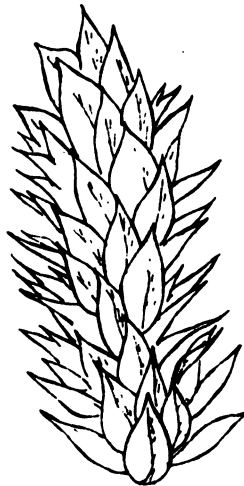
❖ *P. occidentalis* es la principal especie forestal en República Dominicana por la cual se justifican los esfuerzos que realiza el Plan Sierra en el desarrollo de un programa de mejoramiento genético.

❖ Se ha iniciado la selección y tratamiento de mejora a rodales semilleros para obtener semillas en cantidad y calidad superior a la brevedad posible.

- ❖ Se han seleccionado 75 árboles plus y se continúa este trabajo con visitas a llegar a unos 85 fenotipos superiores.
- ❖ Los trabajos de métodos y épocas de injertar en esta especie, se encuentran en proceso de análisis con resultados altamente significativos, lo que contribuye a avanzar en este programa.
- ❖ Se dispone de más de 300 injertos logrados de unos 50 clones con los cuales se dará inicio a la creación de un banco de clones y un huerto semillero clonal.
- ❖ Se ha iniciado la colecta de semillas para el establecimiento de una serie de ensayos de progenie/procedencia.

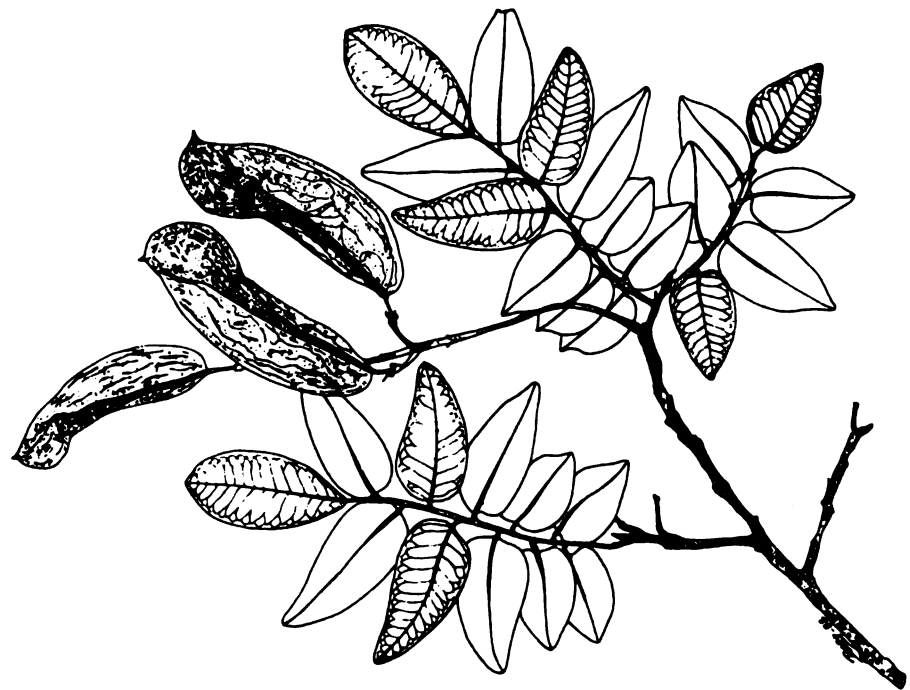
REFERENCIAS

- Cornelius, J. 1998. Introducción al mejoramiento genético forestal. Selección y manejo de fuentes semilleras en América Central y República Dominicana. PROSEFOR, CATIE. Serie Técnica. Reunión Técnica No 3. 85 p.
- Betancourt, A. 1987. Silvicultura Especial de Árboles Maderables Tropicales. La Habana, Cuba. Editorial Científico-Técnico.
- Brea, A. 1998, Establecimiento y Manejo de un Rodal Semillero en un Bosque Natural de Pino (*Pinus occidentalis* Sw) en la Celestina, San José de las Matas. Santiago, Rep. Dom. Tesis de Grado. Instituto Superior de Agricultura.
- DIRENA. 1993. Inventario de Uso de los Suelos en la República Dominicana. Departamento de Inventario de Recursos Naturales, Secretaría de Estado de Agricultura. Santo Domingo, República Dominicana.
- Eguiluz P., T 1977. Los Pinos del Mundo. Chapingo, México. Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicios de Bosque. Escuela Nacional de Agricultura, Publicaciones Especiales No 1.
- Jasso, J. 1991. Informe de consultoría para continuar la temática del establecimiento de un programa de Mejoramiento Genético en el Plan Sierra. Santo Domingo, República Dominicana. Fundación de Desarrollo Agropecuario.
- Liogier, A. H. 1978. Árboles Dominicanos. Santo Domingo, República Dominicana
- Pérez, M; González A. y Echeverría P. 1998. Avances en la mejora genética de *Pinus caribaea* Mor. Var *caribaea* Barret y Golfari, en la República de Cuba. 2do. Congreso Forestal de Cuba. 14-17 de septiembre de 1998. La Habana, Cuba.
- Plan sierra. 1990. Programa de Mejoramiento y Conservación del Bosque de *Pinus occidentalis* Swartz en la Cordillera Central. San José de las Matas, República Dominicana.
- Zobel, B. y Talber, J. 1988. Técnicas de Mejoramiento Genético de Arboles Forestales. México, Limusa , 545 p.



Tema III

Recolección y manejo de semillas forestales



Comportamiento de la recolección y distribución de semillas forestales entre 1991 y 1998 en República Dominicana.

Carmen Cuevas¹
Alberto Sánchez

INTRODUCCION

A finales de 1990 la Dirección General Forestal implementó el Banco de Semillas Forestales, compuesto de un cuarto frío y áreas de análisis de calidad física y de oficina. Este evento marcó los primeros esfuerzos para mejorar la calidad física y genética de las semillas forestales; utilizadas en los proyectos de reforestación ya que en épocas anteriores al momento de seleccionar las especies y recolectar semillas, lo que imperaba era la cantidad y no el valor de la calidad genética de los árboles y de las semillas. Además no se contaba con la infraestructura adecuada para el almacenamiento de las semillas que se recolectaban y asegurar su capacidad germinativa al momento de ser utilizadas.

Existía un sistema de control de las semillas, pero presentaba algunas deficiencias. Cuando las semillas eran distribuidas, ya sea a los viveros de la Dirección General Forestal (DGF), como a particulares, no se tomaban en cuenta información del solicitante, como: nombre, dirección, teléfono; solamente se registraba el lugar donde iban a ser utilizadas. A partir de 1995 se empieza a llevar un registro con esta información.

El objetivo de este estudio fue dar a conocer la magnitud de la demanda de 17 especies de semillas forestales antes y después de que iniciara el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR), tomando en cuenta las cantidades de semillas recolectadas y la demanda tanto a nivel de la Dirección General Forestal y de los particulares; esta información permitió planificar la producción para satisfacer la demanda futura de semillas.

METODOLOGIA

El estudio comprendió el período entre 1991 y 1998. Para determinar la cantidad de semillas recolectadas y distribuidas por año y por especies, tanto a nivel de los

viveros de la DGF, ONG, sector privado y particulares fueron utilizados los datos recopilados en los archivos del Banco de Semillas de la DGF, ubicado en Santo Domingo, República Dominicana. El tiempo de estudio se dividió en dos períodos: 1991-94 y 1995-98, fueron utilizadas las mismas especies para ambos períodos.

Para la recopilación y el análisis de la información se utilizó una hoja electrónica en Excel, acompañado del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System). Para las comparaciones entre los dos períodos, la diferencia porcentual, utilizando como cifra base la del período 1991-94. Para hacer más ilustrativo y de fácil interpretación, los resultados se presentan en gráficas donde se observa la tendencia que siguió cada una de las especies estudiadas, tanto en la recolección como en la distribución realizada por el Banco de Semillas Forestales.

RESULTADOS Y DISCUSION

La Fig. 1, muestra las cantidades de semillas de especies recolectadas en mayor proporción durante los ocho años que cubrió el estudio. Cinco especies representan alrededor del 80% del peso total de semillas (8300 kg) recolectado durante este período; en orden descendente son *Calophyllum calaba* (2,217 kg), *Simarouba glauca* (1985 kg), *Swietenia mahogani* (1094 kg) y *Acacia mangium* (593 kg). Existe mucha variación en la cantidad de semillas por kilogramo según la especie, sin embargo las especies mencionadas forman parte del grupo de las que han sido plantadas en mayor cantidad en el país.

Casi toda la semilla recolectada fue distribuida en su mayoría a los viveros de la DGF, y en menor proporción a otros. Cabe destacar la diferencia observada entre lo recolectado y lo distribuido entre especies: *C. calaba*, *D. regia* y *L. leucocephala*. En el caso de *C. calaba*, por ser una especie recalcitrante, alrededor de 545 kg se dañaron en el banco, producto del mal manejo recibido, esto ocurrió en el período 91-94. Con relación a *L. leucocephala* y *D. regia*, la distribución fue ligeramente mayor que lo recolectado, debido a un remanente del año 1990, el cual fue distribuido en 1991.

¹ Banco de Semillas Forestales, Dirección General Forestal, República Dominicana

Recolección y manejo de semillas forestales

La Fig. 2 señala el comportamiento de la distribución de semillas para las 17 especies seleccionadas para el estudio, divididas en los dos periodos de comparación. La especie que experimentó mayor crecimiento en términos de peso, fue *Simarouba glauca*, la cual pasó de 167 kg en el periodo 91-94 a 1820 kg en 95-98, representando un incremento del 990%. Otra especie con un crecimiento muy alto fue *C. calaba*, con un 650%; siguiendo en orden descendente

arbolados y, en otros casos, porque se ha cambiado al uso por otras especies con características más atractivas para este fin como es el caso de *A. indica* para la zona seca.

Otras especies cuya demanda decreció son: *P. occidentalis* (-48) y *C. equisetifolia* (-37%). *P. occidentalis* es una de las especies más importantes y demandada para programas de reforestación a una elevación sobre los 800 msnm, la

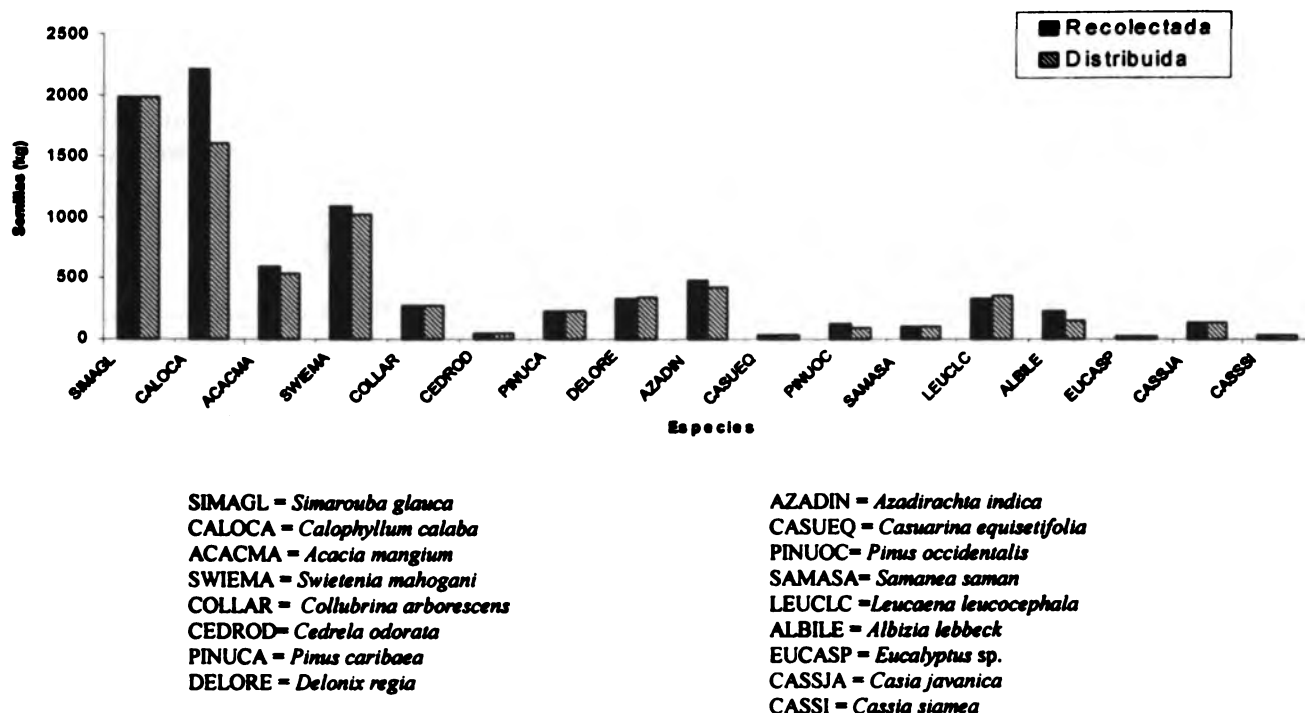


Figura 1. Recolección y Distribución Total de Semillas forestales por el Banco de la DGF, Rep. Dominicana de 1991 a 1998.

A. mangium con 193%, *S. mahogani* con 178%, *C. arborescens* con 166% y *C. odorata* con 122%. Otras especies que incrementaron su demanda, pero en menor cuantía, fueron: *P. caribaea* (97%), *D. regia* (85%) *A. indica* (51%). Todas estas especies son plantadas con fines de producción de varas y madera para aserrio agrupadas en la categoría de especies prioritarias para los programas de reforestación que lleva a cabo el gobierno, sector privado y organizaciones no gubernamentales.

Las especies que han reducido su distribución en el período 95-98, siete de ellas presentan una disminución superior al 50%, de las cuales *C. siamea* (-98%), *C. javanica* (-87%), *Eucalyptus sp* (-82) *A. lebbek* (-78%) y *L. leucocephala* (-76%), son las que presentan la reducción más fuerte. Al analizar el uso dado a estas especies, la mayoría se utilizaban para el establecimiento de fincas energéticas, las cuales no fueron muy atractivas en términos económicos; otras especies se utilizaban para el ornato de las ciudades, pero su demanda se ha reducido porque muchos lugares ya están

situación ha obedecido a la falta de semilla, esto se ha dado por más de una década, donde no se presenta una producción abundante de semillas; mientras que en algunos casos, los pocos rodales que producen conos son muy maltratados al momento de su recolección (corte de las ramas), provocando con esto que la producción de semillas en los años subsiguientes sea muy baja o casi nula.

La Fig. 3 muestra el comportamiento individual de los volúmenes de recolección y distribución de las 20 especies forestales de mayor interés para Rep. Dominicana.

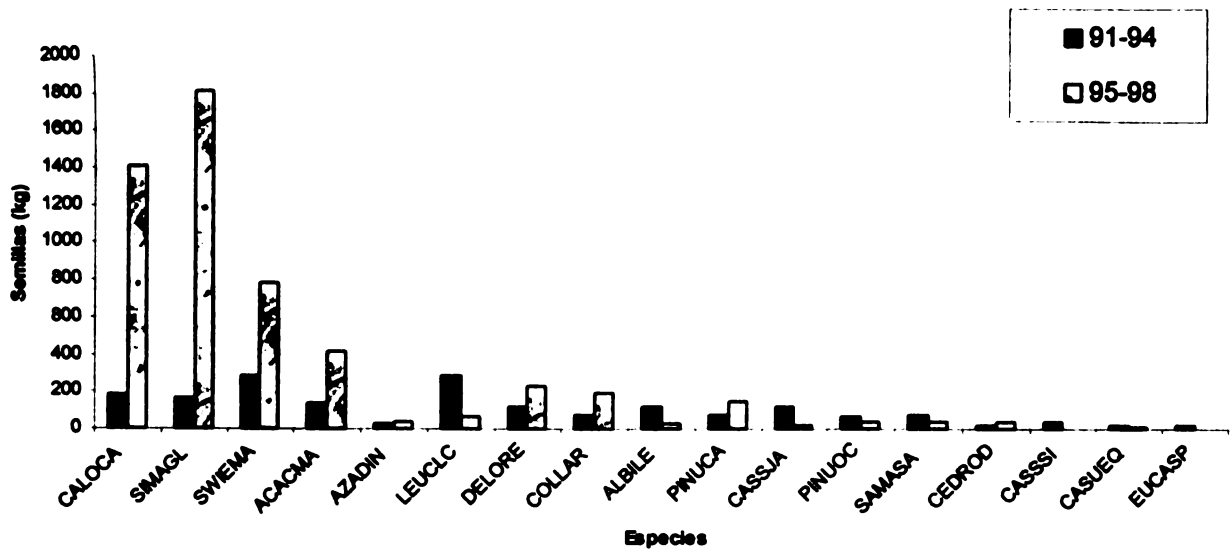


Figura 2. Distribución de semillas por especies forestales en los períodos 91-94 y 95-98 en República Dominicana.

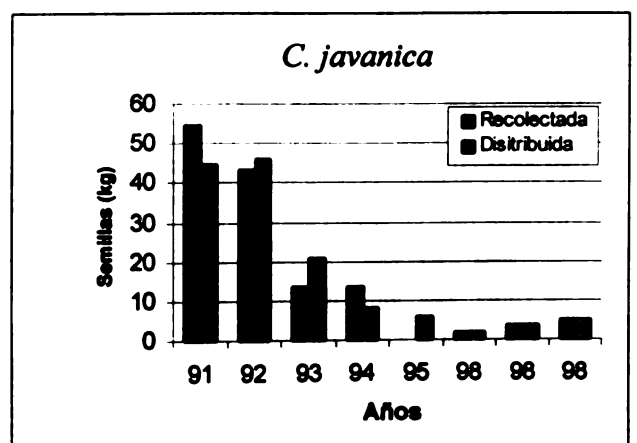
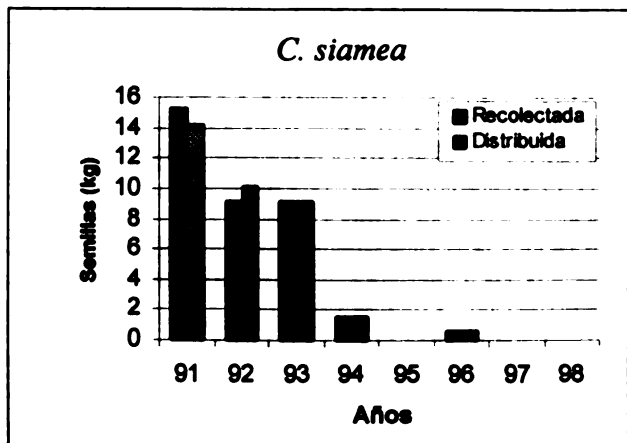
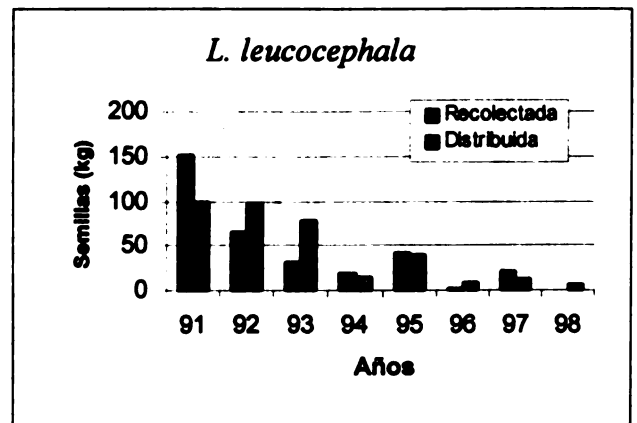
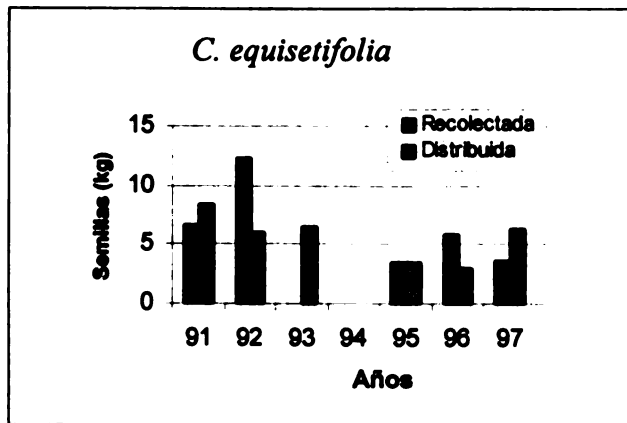
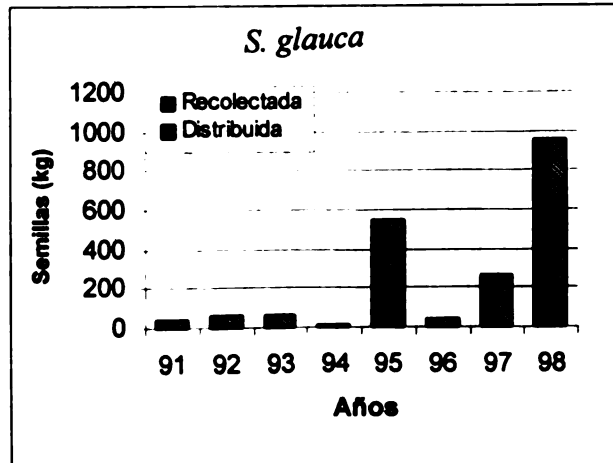
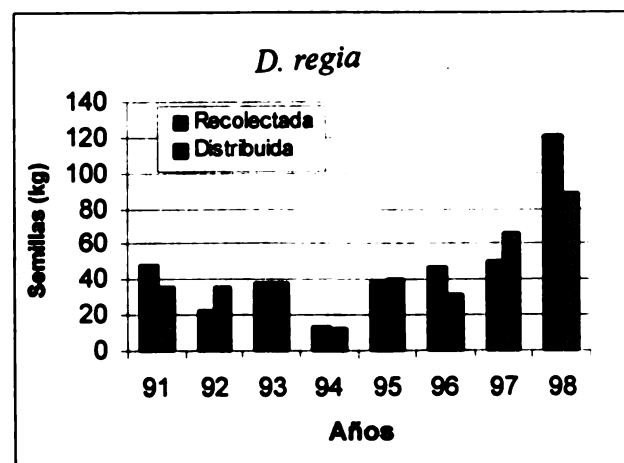
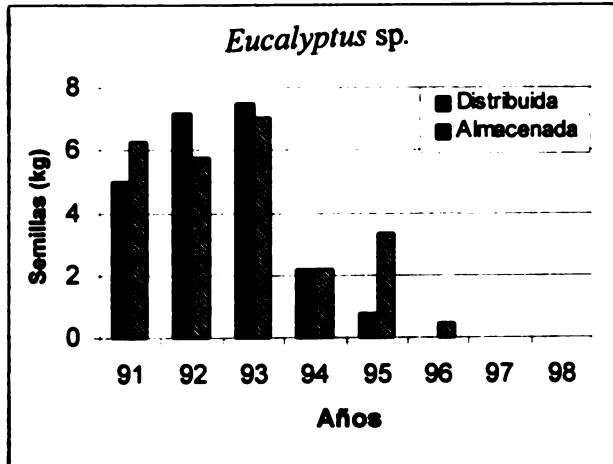
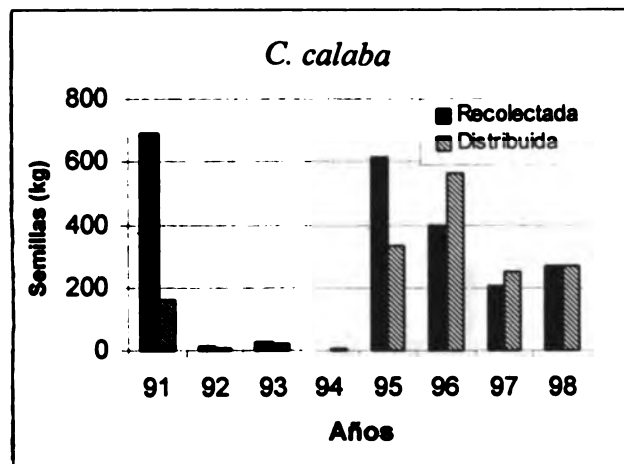
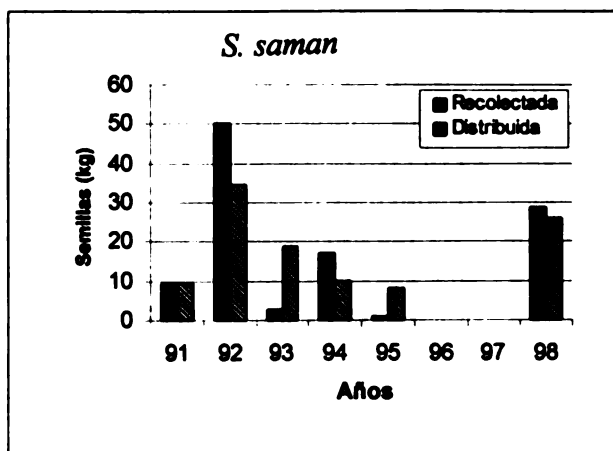
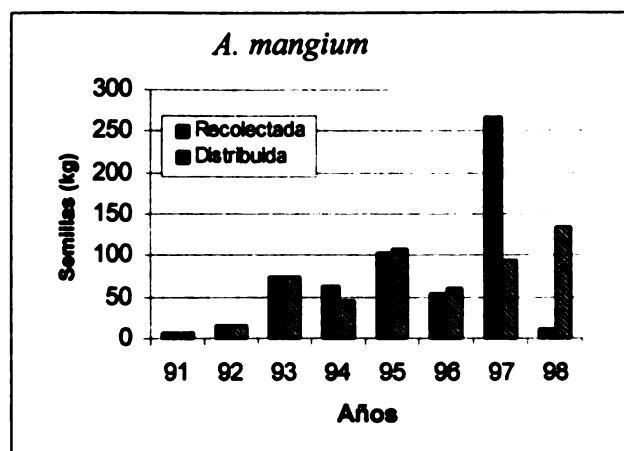
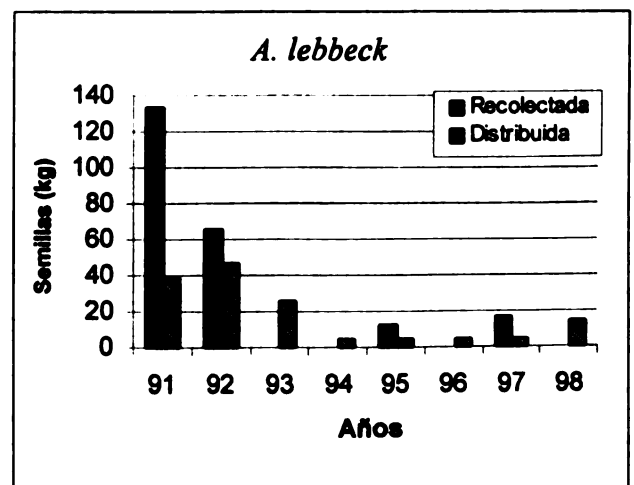
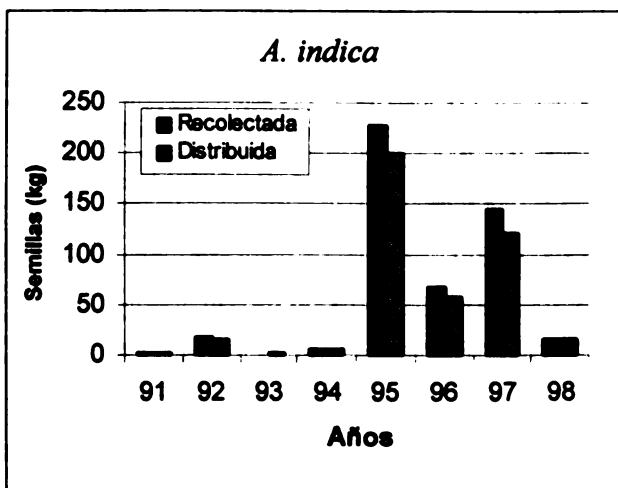
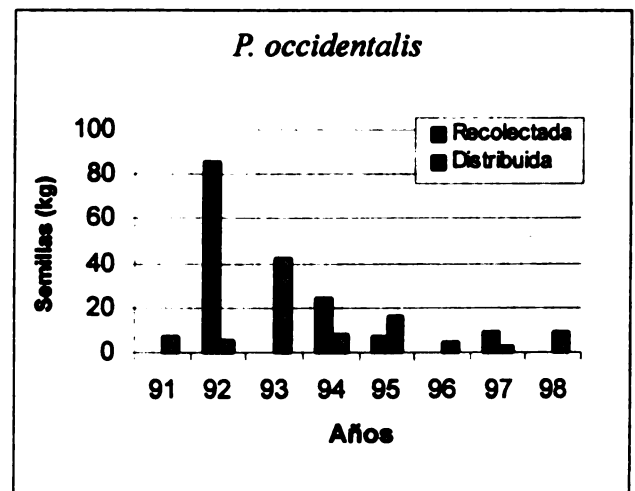
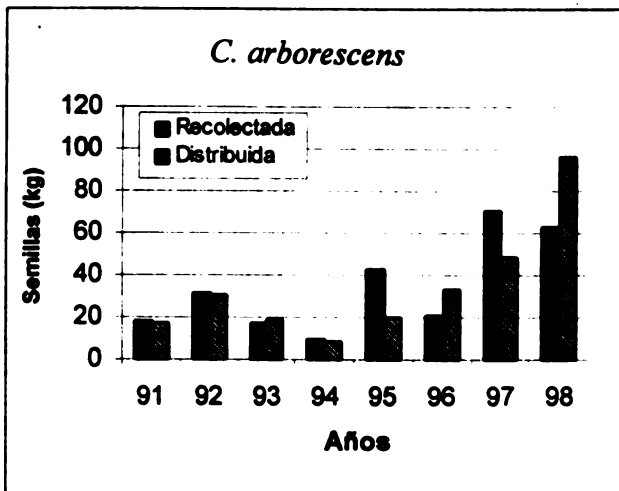
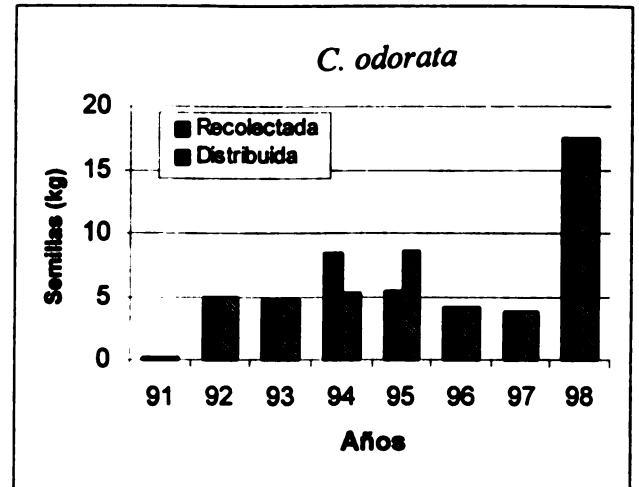
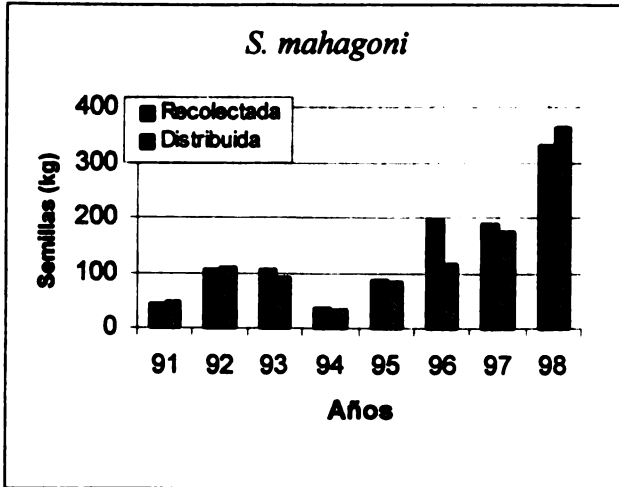


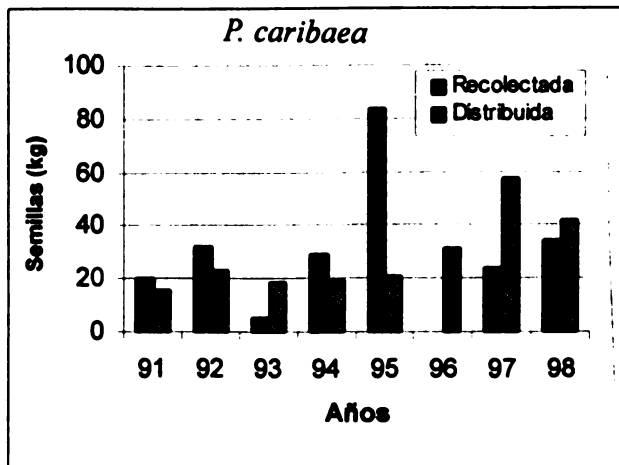
Figura 3. Comportamiento de la recolección y distribución y de las especies forestales prioritarias durante el período 1991-98 en República Dominicana.

Cont. Figura 3



Cont. Figura 3





CONCLUSIONES

Durante estos ocho años el sector de semillas forestales ha sido muy dinámico y cambiante, asociado a decisiones de tipo político y técnico en la promoción de determinadas especies de acuerdo a la finalidad que va a cumplir en los planes de reforestación y a la demanda de los productos que se derivan de ella.

Durante el primer período de estudio (91-94) las especies con mayor demanda fueron las destinadas al establecimiento de fincas energéticas y para ornato de las ciudades (*L. leucocephala*, *A. lebbeck*, *C. siamea*, *C. javanica*, *Eucalyptus* sp, *C. equisetifolia*, *S. samam* y *D. regia*). Sin embargo, luego de la promoción de la reforestación con fines de producción de madera para aserrío (período 95-98), estas especies fueron perdiendo interés, lo que permitió la introducción de especies de mayor valor como: *A. magium*, *S. mahogani*, *C. calaba*, *C. odorata*, *C. arborescens*, *S. glauca* y *P. caribaea*.

Algunas especies no reflejan su comportamiento real en cuanto a oferta y demanda, debido a que la recolección hecha por el Banco de Semillas ha sido muy baja. Tal es el caso del *P. occidentalis*, el cual por problemas de baja producción durante el período de estudio, no se ha podido conocer su demanda real a partir de los registros de distribución de semillas del Banco.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

República Dominicana. Dirección General Forestal. Banco de Semillas Forestales. Record de control de semillas forestales: *Leucaena (Leucaena leucocephala)* durante el período 1995-98.

_____. *Chacha (Albizia lebbeck)* durante el período 1995-98.

_____. *Caoba (Swietenia mahogani)* durante el período 1995-98.

_____. *Mara (Calophyllum calaba)* durante el período 1995-98.

_____. *Cedro (Cedrela odorata)* durante el período 1995-98.

_____. *Mangium (Acacia mangium)* durante el período 1995-98.

_____. *Acacia Amarilla (Cassia siamea)* durante el período 1995-98.

_____. *Acacia Rosada (Cassia javanica)* durante el período 1995-98.

_____. *Casuarina (Casuarina equisetifolia)* durante el período 1995-98.

_____. *Nim (Azadirachta indica)* durante el período 1995-98.

_____. *Pino hondureño (Pinus caribaea)* durante el período 1995-98.

_____. *Corazón de paloma (Collubrina arborescens)* durante el período 1995-98.

_____. *Pino Dominicano (Pinus occidentalis)* durante el período 1995-98.

_____. *Saman (Samanea saman)* durante el período 1995-98.

_____. *Juan Primero (Simarouba glauca)* durante el período 1995-98.

_____. Record de control de semillas de semillas forrestales: *Flamboyán (Delonix regia)* durante el período 1995-98.

_____. *Leucaena (Leucaena leucocephala)* durante el período 1990-94.

_____. *Chacha (Albizia lebbeck)* durante el período 1990-94.

_____. *Caoba (Swietenia mahogani)* durante el período 1990-94.

_____. *Mara (Calophyllum calaba)* durante el período 1990-94.

_____. *Cedro (Cedrela odorata)* durante el período 1990-94.

_____. *Mangium (Acacia mangium)* durante el período 1990-94.

_____. *Acacia Amarilla (Cassia siamea)* durante el período 1990-94.

_____. *Acacia Rosada (Cassia javanica)* durante el período 1990-94.

_____. *Casuarina (Casuarina equisetifolia)* durante el período 1990-94.

_____. *Nim (Azadirachta indica)* durante el período 1990-94.

_____. *Pino hondureño (Pinus caribaea)* durante el período 1990-94.

_____. *Corazón de paloma (Collubrina arborescens)* durante el período 1990-94.

_____. *Pino Dominicano (Pinus occidentalis)* durante el período 1990-94.

_____. *Saman (Samanea saman)* durante el período 1990-94.

_____. *Juan Primero (Simarouba glauca)* durante el período 1990-94.

_____. *Flamboyán (Delonix regia)* durante el período 1990-94.

Rodríguez, Y. 1998. Oferta y demanda de semillas en los últimos siete años. Dirección General Forestal. Santo Domingo, 17 p.

Sanchez, A; Rodríguez, Y. 1995. Información base para el desarrollo de una estrategia de mejoramiento genético forestal en la República Dominicana. Dirección General Forestal, Santo Domingo. 19 p.

Eficacia y rendimientos de recolección de semillas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en República Dominicana.

Maximino Herrera¹; Jacqueline García;
Yoni Rodríguez; Alberto Sánchez

INTRODUCCION

La República Dominicana inició sus programas de reforestación en 1967, a través de la Dirección General Forestal, como una forma de contrarrestar el deterioro de los bosques naturales. Para esto se instalaron los primeros viveros y por consecuencia el incremento en la producción de plántulas experimentó un incremento en la demanda de semillas.

En un principio, una de las alternativas para cubrir esta demanda fue mediante la importación de semillas, principalmente de América Central con la cual se establecieron en diferentes zonas del país las primeras plantaciones. Una de las especies que a través de los años se ha comportado mejor ha sido el *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Como consecuencia de su adaptabilidad, esta especie es una de las cinco más demandadas para reforestación con fines comerciales. No obstante a la demanda que supera el 20% de las plántulas producidas, en el país no se han realizado investigaciones sobre costo y rendimientos de recolección de semillas de *P. caribaea* var. *hondurensis*, ni se han evaluado fuentes semilleras, información indispensable para planificar la cosecha y determinar los costos de producción.

El objetivo general de este trabajo es determinar la eficacia, rendimientos y costos de recolección de semillas en *P. caribaea* var. *hondurensis* en dos fuentes semilleras bajo dos sistemas de escalamiento a los árboles; el tradicional y con espolones en la zona de Villa Altagracia, República Dominicana.

METODOLOGIA

Las semillas se recolectaron en sitios seleccionados por el Banco de Semillas de la Dirección General Forestal conocidos como: La Cumbre de Bonao y el Rodal Semillero Catarey en Villa Altagracia. En cada sitio se

escogieron dos parcelas de 9 a 12 árboles donde se aplicaron los sistemas de recolección: con espolones y el tradicional. El sistema tradicional de escalamiento consistió en el uso de escalera y/o fuerza muscular, para desprender los conos de las ramas, muchas veces se usaron guillotinas, machetes y tijeras, o en ocasiones se utilizaron lazos para la seguridad. El otro sistema de escalamiento consiste en utilizar espolones, lo que da mayor seguridad al operario, utilizando cinturones de seguridad, cuerdas, tijeras y guillotinas.

Una vez determinada la maduración de los conos, se formaron dos cuadrillas de recolección con un escalador y dos ayudantes, y un capataz responsable de dirigirlos.

Para determinar el rendimiento (kg/hombre/día) de la recolección y la producción por árbol (kg/árbol), se recolectaron los frutos de 44 árboles, se tomó el tiempo invertido en dicha recolección (tiempo invertido en el escalamiento al árbol con o sin espolones).

Se realizó un análisis de varianza del tiempo utilizado en promedio por árbol para cada sistema y medidas de tendencia central para estimar los rendimientos de recolección por árbol y por hectárea en cada sistema.

RESULTADOS Y DISCUSION

Eficacia del sistema de recolección

Los Cuadros 1 y 2 muestran los análisis de varianza del tiempo utilizado por sistema de recolección; la Fig. 1 señala el promedio del tiempo utilizado en escalar y recolectar los frutos de cada árbol por sitio y sistema de recolección.

En este análisis de varianza se evidencia una diferencia altamente significativa en el número de conos por árbol en los dos lugares estudiados. En la Fig. 2 se muestra que en la Cumbre los árboles fueron más productivos, superando en más del doble a los árboles de Catarey.

¹ Dirección General Forestal. Santo Domingo, Rep. Dominicana.

Cuadro 1. Análisis de varianza para comparar la eficacia de los métodos de recolección de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* para Catarey, República Dominicana.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio	Valor de F	Pr>F
Sistemas	1	414.43	2.27	0.1478
Error	20	182.85		
Total	21			

Variable Dependiente: Tiempo de Recolección (minutos)

R² = 0.10

C.V. = 18.7%

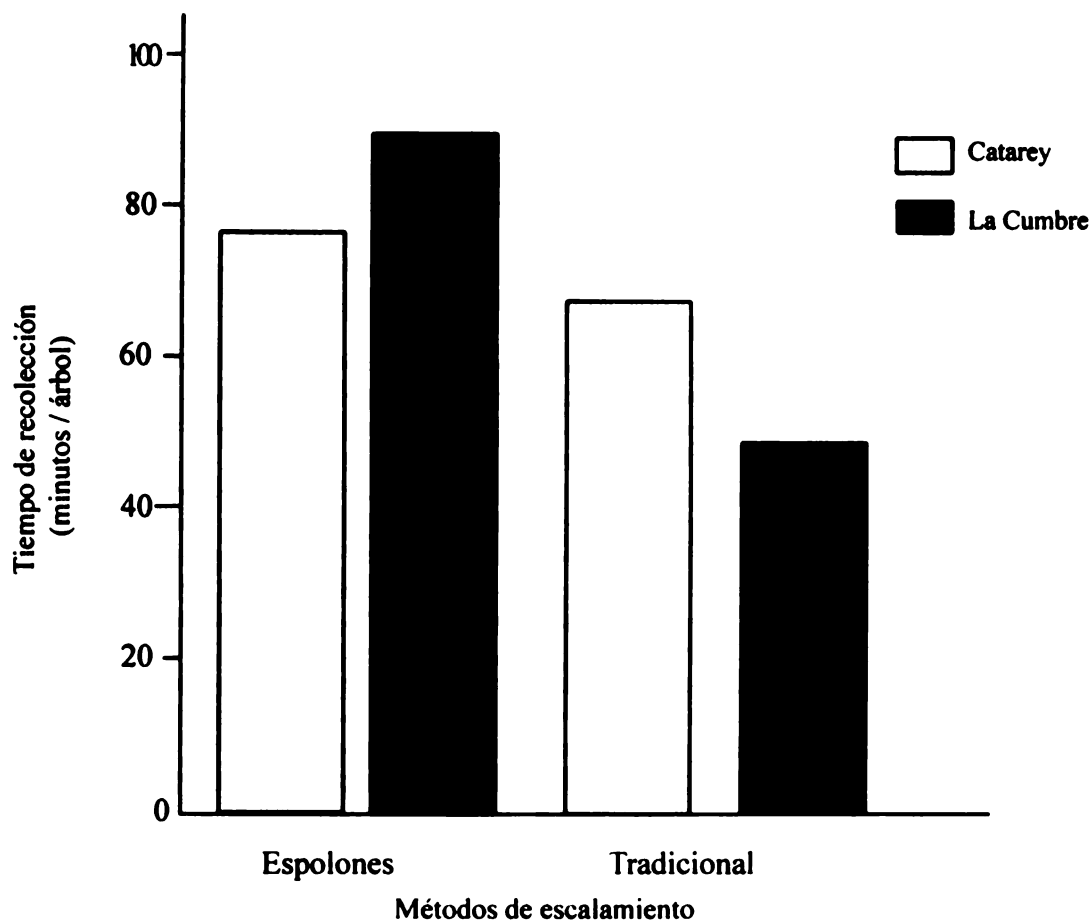


Figura 1. Comparación del tiempo utilizado de recolección de semillas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* con los dos sistemas en Catarey, República Dominicana.

Cuadro 2. Análisis de varianza para comparar la eficacia de los métodos de recolección de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en La Cumbre, República Dominicana.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio	Valor de F	Pr>F
Sistemas	1	8876.61	48.66	0.0001
Error	20	182.42		
Total	21			

Variable Dependiente: Tiempo (minutos)

R² = 71 C.V. = 20.6 %. Promedio general de tiempo. 65.64 minutos por árbol

Cuadro 3. Análisis de varianza de producción de conos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por árbol en los lugares estudiados en República Dominicana.

Fuentes de variación	GL	Cuadrado medio	Valor de F	Pr>F
Lugares	1	2573912.818	22.61	0.0001
Volumen de copa	1	113842.647		
Total corregido	43			

Variable Dependiente: Producción de cono por árbol

$R^2 = 0.36$ C.V. = 66.2 %.

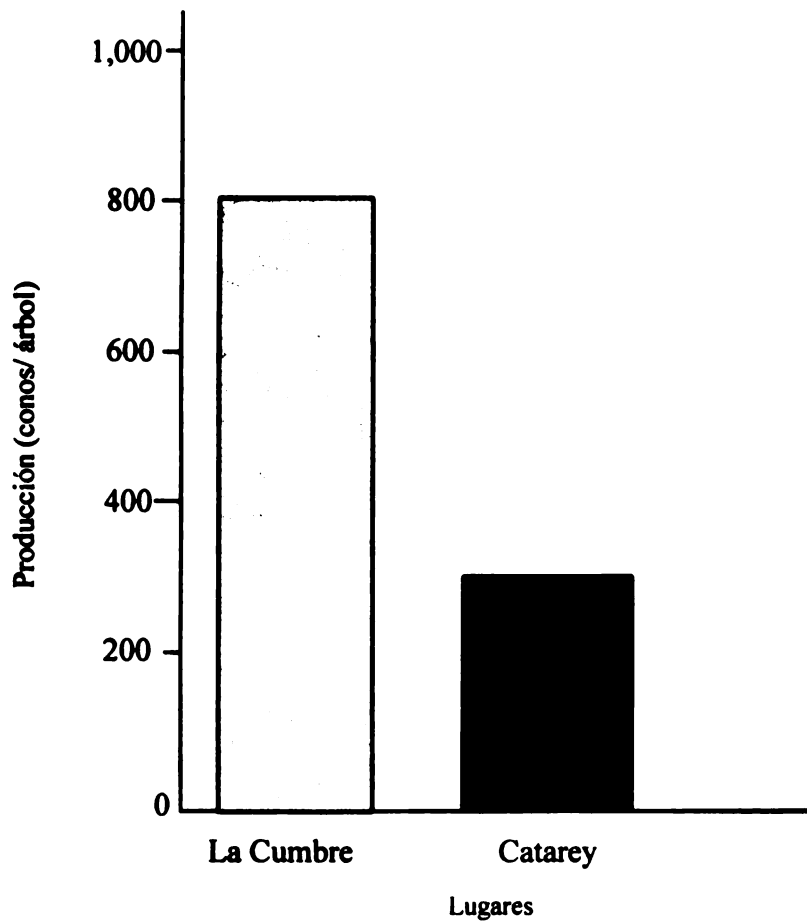


Figura 2. Comparación del número de conos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* por árbol en los dos sitios estudiados en República Dominicana.

Cuadro 4. Medidas de tendencia central para las variables estudiadas según sistemas de recolección y sitio para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en República Dominicana.

Variables	CATAREY		LA CUMBRE	
	Tradicional	Espolón	Tradicional	Espolón
Densidad (árboles/ha)	297.33	251.00		
dap (cm)	34.50	36.12	44.07	46.77
Altura (m)	25.89	24.60	13.95	19.16
Altura del fuste (m)	12.49	11.79	8.76	7.10
Profundidad de la copa (m)	13.40	12.81	9.18	12.06
Diámetro de copa (m)	6.91	6.88		8.28
Volumen de la copa (m ³)	276.29	251.37		348.62
Exposición a la luz	54.51	46.25	69.61	70.55
Cosecha (sacos/árbol)	0.37	0.39	0.92	1.25
Cosecha (conos/árbol)	300.00	316.60	692.53	937.66
Cosecha (sacos/ha)	92.39	92.93	593.07	1018.58
Tiempo total de recolección (minutos)	67.70	76.41	48.92	89.77
Tiempo para escalar el árbol (minutos)	28.40	26.25	12.30	19.88
Tiempo para coleccionar los conos (minutos)	39.30	50.16	36.61	69.88

En la Figura 3 se presenta ambos métodos de escalamiento en forma comparativa en los lugares estudiados. El tiempo empleado para escalar los árboles de Catarey fue mayor que en la Cumbre, esto se debe a que los árboles de Catarey son estadísticamente más altos. Al analizar los métodos dentro de cada lugar, en Catarey no hubo gran diferencia, aunque el tiempo para escalar los árboles con el método de

espolones fue relativamente mayor. En la Cumbre el tiempo para escalar con el método de los espolones fue estadísticamente mayor. Esto obedeció a que allí se empezó a experimentar este método, y los escaladores no tenían experiencia en el uso de este equipo. Se confirma así la tendencia que por una u otra razón escalar los árboles con el método de los espolones toma un poco más de tiempo;

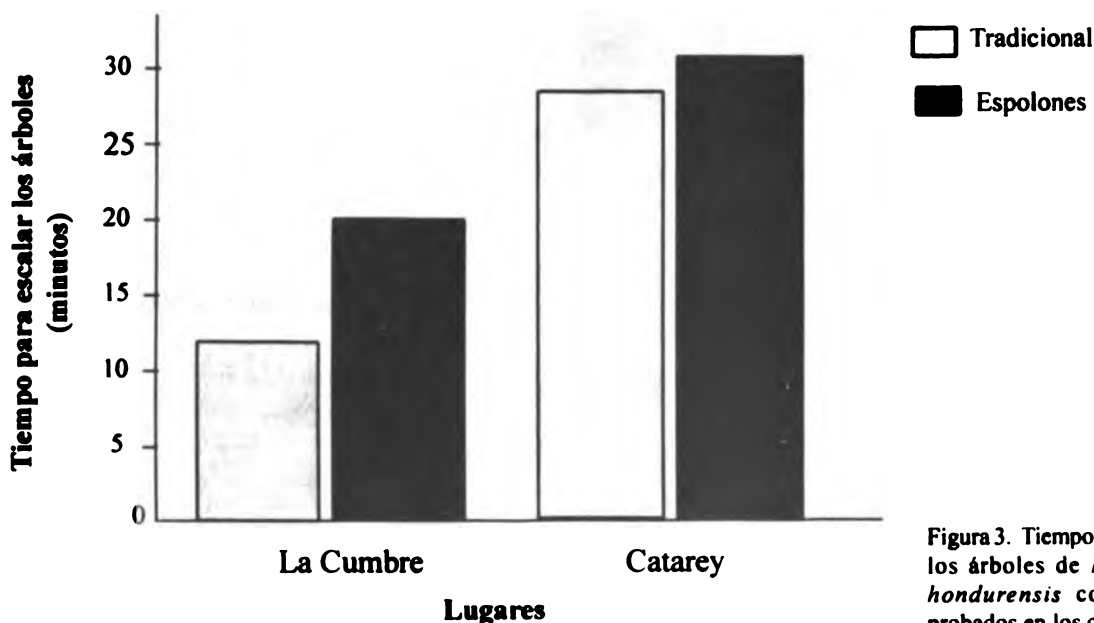


Figura 3. Tiempo promedio para escalar los árboles de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* con ambos sistemas probados en los dos lugares estudiados en República Dominicana.

pero es compensado con la seguridad que ofrece este sistema a los operarios, por esta razón no se descarta el uso de este sistema, especialmente, para árboles muy altos.

En la práctica se elige alrededor del 30% de los árboles de un rodal semillero, ya que habrá árboles que no tendrán frutos, otros no tendrán suficiente y muchos se descartan, tal vez por mala forma de los mismos.

Cuadro 5. Rendimiento de la recolección por jornal para dos sistemas de recolección de semillas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la zona de Villa Altagracia (Catarey y la Cumbre) en República Dominicana.

Lugar	Sistema de recolección	Arboles /ha (No.)	Arboles semilleros /ha (No.)	Prod. saco/ha	Hombre/día/ha (No.)	Costo recol./ha (RDS)	Costo/saco (RDS)	Semillas/ha (kg)	Costo/kg (RDS)
Catarey	Sistema tradicional	297	89	32.93	83.16	8,316.00	252.53	20	415.8
	Sistema espolones	251	75	29.25	79.91	79.91	273.20	17	470
La Cumbre	Sistema tradicional	177	53	48.76	36.08	3,607.85	73.99	27.39	131.72
	Sistema espolones	177	53	66.25	66.20	6,620.54	99.93	37	178.92

DISCUSION Y CONCLUSIONES

Como se observa en la Fig. 2, el número de conos por árbol fue mayor en La Cumbre que en Catarey, posiblemente porque la plantación de Catarey ha sido manejada recientemente lo que provoca un estrés en los árboles que puede incidir en la reducción de producción de conos. Además de que los árboles de La Cumbre en su mayoría están plantados en forma de hileras, lo que provoca que tenga una mayor producción de cono por la gran incidencia de luz que reciben.

Al analizar ambos métodos de escalamiento en los dos lugares estudiados como se nota en la Fig. 3, se evidencia que el tiempo para escalar los árboles de Catarey fue mayor en comparación con el de La Cumbre, esto se debe a que los árboles de Catarey son más altos; al mismo tiempo se pudo afirmar la tendencia de que para escalar con el método de los espolones se toma más de tiempo que con el sistema tradicional.

En la Fig. 1 y 2 el tiempo empleado en la recolección de semillas fue mayor con el método de espolones que con el tradicional, siendo en La Cumbre altamente significativo.

El Cuadro 5 sobre rendimiento de semillas señala que el costo de recolección de 1 kg de semillas en La Cumbre es más de dos veces menor que en Catarey; esto se explica, como se analizó en la discusión anterior, en que la producción de cono/árbol y por hectárea fue mayor en La Cumbre que en Catarey; pero que en ambos lugares utilizan el sistema con espolones sale más costoso que el tradicional, aunque se compensa con la seguridad del escalador.

Tomando como referencia el marco conceptual de esta investigación, se puede señalar que en cuanto al aspecto económico se refiere, la recolección con el sistema tradicional es más rentable que el sistema de espolones; pero el segundo método en cuanto a la seguridad del personal se refiere es más recomendable, este es uno de los parámetros que se debe tomar en cuenta para una eficiente recolección de semillas. Otra razón es también que el personal no está muy adiestrado con el uso de este equipo, pero con el tiempo se va adquiriendo experiencia en éstas y el costo puede ser reducido.

Se determinó también, que el rendimiento promedio para cada árbol por sitio, en el Proyecto Catarey con sistema de escalamiento con espolones se recolectaron 316 conos/árbol y con el tradicional 300 conos/árbol; mientras que en el proyecto La Cumbre con el sistema tradicional se recolectaron 692 conos/árbol y con el sistema de espolones 937 conos/árbol.

BIBLIOGRAFIA

- Willan, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas Forestales. DANIDA/FAO, Forestry paper 20/2. 502 p.
- CATIE. 1995. Memorias II Simposio sobre Avances en la producción de semillas forestales en América Latina. R.Salazar (ed.). Managua, Nicaragua. 16 al 20 de octubre, 1995.
- CATIE. 1997. *Pinus caribaea* (Morelet) var. *hondurensis*. Turrialba, C.R. Nota Técnica sobre el manejo de semillas forestales No.11, 2p.

CATIE. 1997. Secado, procesamiento y almacenamiento de semillas forestales. Turrialba, C.R. Serie técnica, manual técnico no.24. 139p.

CATIE. 1994. Selección y manejo de rodales semilleros. Turrialba, C.R. Serie técnica, manual técnico no.11. 158p.

CATIE. 1995. Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Turrialba, C.R. Serie técnica, manual técnico no.14. Tomo I y II.

Robbin. A.M.J.; Irimimcicu, M.I.; Calderón. R. 1991. Recolección de semillas forestales. Siguatepeque, Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

Cicero J., S.J.; Cruz, R.R. 1990. Plagas de las plantas cultivadas en el Caribe. Germany.

CATIE. 1993. Proyecto Diseminación del cultivo de árboles de uso múltiple. Enlace Madelaña 3. Turrialba.

Isaza, N. 1994. Producción y rendimiento de los huertos y rodales semilleros.



Recolección y germinación de semillas de 50 especies arbóreas nativas de Panamá

Adriana Sautu¹,
José Deago
Richard Condit

INTRODUCCION

La función de equilibrio ambiental proporcionado por las plantas nativas jamás se podrá equiparar al cultivo homogéneo de especies exóticas (Lorenzi 1992). Si bien, incursionar en la investigación de las especies nativas es un reto y una necesidad (Rojas 1994), la incorporación de especies nuevas a la silvicultura, es un proceso que lleva tiempo y debe tener respaldo científico (Arias 1994).

El Convenio Regional Forestal, firmado en 1993 por los presidentes de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá pretende: "... Orientar los programas nacionales y regionales de reforestación para recuperar tierras degradadas de modo que rindan usos múltiples y promuevan preferiblemente el uso de especies nativas y la participación local; dando prioridad al abastecimiento de leña y otros productos forestales de consumo local". Esta decisión política requiere el manejo de especies prácticamente desconocidas. A pesar de ello, la mayoría de los trabajos sobre semillas forestales del trópico húmedo en producción y manejo en vivero, dan prioridad a especies nativas con algún valor comercial actual, siendo muy poca la información que se genera para otras especies de interés rural o de conservación (González 1991, 1991a; Flores, 1993; Trujillo 1991, 1993; Arias 1994; Cunha 1995; Rodríguez *et al.*, 1997). Por otro lado, los trabajos con visión ecológica presentan mayor número de especies, pero no siempre la metodología empleada allana el camino hacia los datos aplicados a la producción (Vázquez-Yañez 1974; Ng 1980; Garwood 1990).

Este trabajo presenta información sobre el modo de recolección y limpieza, número de semillas por kg, contenido de humedad, germinación y latencia de 50 especies que abarcan fines comerciales, rurales y de conservación. Para 36 de ellas existe poca o ninguna información antes de este estudio.

Se señalan las especies latentes tomando como base el tiempo promedio de germinación y se discute su relación con el tiempo medio de germinación y su significado en cuanto a la latencia diferencial.

DESARROLLO

Selección de especies: Fueron elegidas especies encontradas en la cuenca del Canal de Panamá, procurando una variedad de usos sobre la base de su valor comercial y un estudio etnobotánico previo (Aguilar & Condit 1994). Según las categorías de la UICN, 13 de las especies son consideradas vulnerables (tres de las cuales son endémicas de Panamá) y dos en peligro de extinción (Cuadro 1).

Area de colecta: Las semillas fueron colectadas dentro de la cuenca y áreas aledañas hacia ambas costas, en la antigua "Zona del Canal" (Figura 4). Esta área abarca tres zonas de vida: bosque Húmedo Tropical (90% de su superficie), bosque Muy Húmedo Tropical y bosque Húmedo Premontano. La pluviosidad media anual varía de 1,600 mm en el sur a 4000 mm al norte, la temperatura media anual es de 27°C y las elevaciones van de 26 msnm a 1007 msnm. La estación seca dura cuatro meses en la zona sur y 2-3 meses en la zona norte (Condit 1998).

Arboles semilleros: Se eligieron y marcaron árboles sanos y de buena forma, logrando representar la mayoría de las especies con al menos cinco individuos. El 56% de los árboles semilleros se ubican en áreas de reservas naturales, el 39% en bosques remanentes o fincas privadas y el 5% de los árboles semilleros son plantados. Se colectó del árbol con podadora o escalando, aunque también se colectó del suelo (Cuadro 3).

Ensayos de germinación, contenido de humedad y número de semillas por kilogramo: En estos ensayos se aplicaron las reglas internacionales del International Seed Testing Association (ISTA 1993). Para calcular el contenido de humedad se tomó el peso de dos muestras de 4-5 g de semillas y se mantuvieron 17 hs a 102-103 °C. Para el número de semillas por kg se pesaron 8 muestras de 100 semillas. Se calculó el tiempo promedio de germinación

¹ Centro de Ciencias Forestales del Trópico. Instituto Smithsonian de Investigaciones Tropicales. Panamá

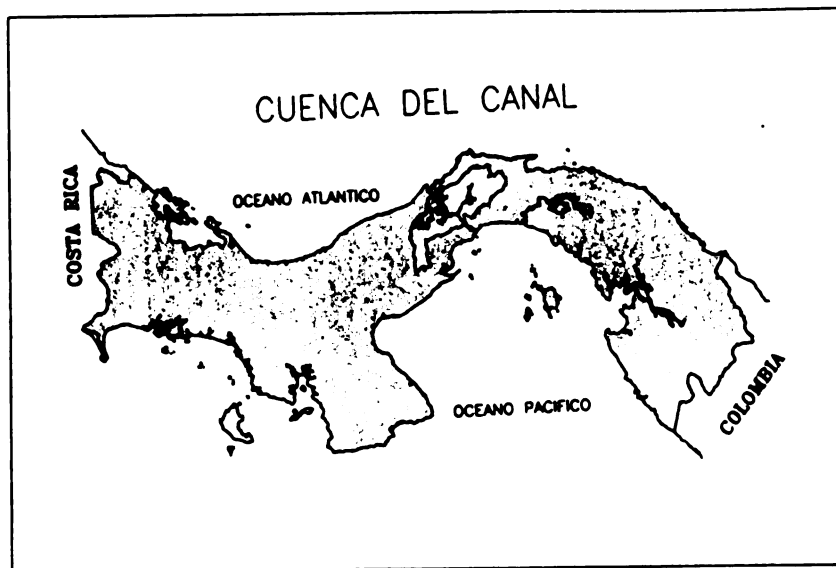


Figura 1. Areas de recolección de las semillas a ambos lados del canal de Panamá, Panamá.

del total de semillas germinadas (TPG) y el tiempo medio de germinación (TMG), del total de semillas germinadas. Se realizaron los ensayos de germinación con cuatro repeticiones de 100 semillas (mezclando las semillas de los cinco árboles); aunque en algunas especies para las que no se obtuvo suficiente semilla, el ensayo de germinación se realizaron 5 repeticiones de 20 semillas. El sustrato de las bandejas de germinación fue arena de río esterilizada a 100°C por 24 horas y las semillas se cubrieron con 2-3 mm de sustrato. El techo del vivero permite pasar el 30% de luz solar. El riego fue por aspersión dos veces al día y se registró el número de semillas germinadas semanalmente hasta un máximo de 40 semanas. No se realizaron tratamientos pregerminativos, con la intención de conocer la latencia natural de las especies; a excepción de retirar el arilo en *Sapium glandulosum*, *Virola* sp. y *Lindackeria laurina*, para evitar el crecimiento de hongos; y cortar de ala para *Swietenia macrophylla*, *Pterocarpus rohrii*, *Aspidosperma cruenta* y *Tachigalia versicolor*, para facilitar el uso del espacio (Cuadro 1).

RESULTADOS

La selección de las especies se basó en un estudio de fenología efectuado en la Isla Barro Colorado (Foster 1990; Wright J., comunicación personal), sin embargo, el 20% de las especies fueron colectadas en una época diferente a la registrada (Cuadro 1). Se observó que en general los árboles de la zona norte maduran antes que los de la zona sur, posiblemente respondiendo a la gradiente de pluviosidad o la duración de la estación seca (Condit 1998). También se observó que no todos los árboles fructifican todos los años. Estas observaciones de campo indican una vez más la importancia de los estudios fenológicos detallados.

Los sistemas de colecta y de limpieza utilizados en cada caso y los resultados de número de semillas por kilogramo, contenido de humedad, porcentaje de germinación total, primer y último día de germinación se detallan en el Cuadro 3.

El promedio del contenido de humedad de las semillas varió entre 8 y 80% (Fig. 1). Si se considera el 28% de contenido de humedad como el límite entre semillas "húmedas" y "secas" (Garwood & Lighton 1990), el 48% de las especies presentaron semillas "húmedas".

Hay alta variación en el porcentaje de germinación entre especies (Fig. 2). El 22% de las especies presentaron menos de 25% de germinación, 38% entre 25 y 50%, y 40% superó el 50% de germinación. Dentro de cada especie, el coeficiente de variación entre las repeticiones del ensayo de germinación fue en general alto (Cuadro 3), tal como ha sido reportado para otros estudios con semillas que provienen de una mezcla de semillas de diferentes padres (Murillo 1998).

Existen diferencias entre estos resultados y algunos de trabajos anteriores. Por ejemplo, *Dendropanax arboreus* presenta 50% de contenido de humedad y 44% de germinación, que inicia el día 10, mientras González (1991) presenta 26% y 13% respectivamente e inicia el día 82. Para esta misma especie se obtuvo 62,425 semillas/kg, mientras Vega *et al* (1983) reportaron 24,000 con una germinación del 70%. *Virola surinamensis*, presentó en este caso mayor contenido de humedad (38.8%) y germinación (45%) que en Cunha *et al.* (1995) quienes ofrecen resultados de 26.5% y 29% respectivamente. Para la misma especie, Garwood (1979) presenta una germinación aún mayor (69%). Para *Vochysia ferruginea* se obtuvo un contenido de humedad similar a los resultados de González (1990) Rodríguez (1997) y CATIE (1997), pero la germinación

Cuadro 1. Comparación de la fenología registrada en censos en la Isla de Barro Colorado (Foster 1990; Wright, J., datos no publicados) y el mes de colecta en la cuenca del Canal de Panamá para este proyecto durante 1996-1999. (1=enero, 2= febrero, etc.)

Especie	(semanas)			
	TPG	TMG	inicia	termina
<i>Tabebuia rosea</i>	1	1	1	3
<i>Cedrela odorata</i>	1	1	1	3
<i>Protium tenuifolium</i>	1	1	1	7
<i>Hura crepitans</i>	2	1	1	4
<i>Hampea appendiculata</i>	2	1	2	6
<i>Sterculia apetala</i>	2	2	2	4
<i>Hasseltia floribunda</i>	2	2	2	10
<i>Tapirira guianensis</i>	2	2	1	12
<i>Trichilia hirta</i>	2	2	2	5
<i>Calophyllum longifolium</i>	2	2	1	6
<i>Dalbergia retusa</i>	2	2	2	9
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	3	2	7
<i>Jacaranda copaia</i>	3	3	3	6
<i>Vochysia ferruginea</i>	3	2	2	11
<i>Chrysophyllum cainito</i>	3	2	2	11
<i>Phoebe cinnamomifolia</i>	3	3	3	9
<i>Tabebuia guayacan</i>	3	3	3	12
<i>Dendropanax arborea</i>	3	3	1	9
<i>Pterocarpus rorhii</i>	3	3	3	7
<i>Virola surinamensis</i>	4	4	3	8
<i>Genipa americana</i>	4	4	4	14
<i>Aspidosperma cruenta</i>	4	4	2	14
<i>Gustavia superba</i>	4	4	3	6
<i>Quararibea asterolepis</i>	5	4	2	10
<i>Carapa guianense</i>	5	3	2	23
<i>Brosimum utile</i>	5	4	2	13
<i>Dipteryx oleifera</i>	5	5	2	9
<i>Trichilia tuberculata</i>	5	5	2	13
<i>Ficus insipida</i>	5	3	3	16
<i>Tachigalia versicolor</i>	5	5	3	7
<i>Alseis blackiana</i>	5	3	3	16
<i>Heisteria concinna</i>	5	5	3	16
<i>Schefflera morototoni</i>	6	5	5	13
<i>Lindackeria laurina</i>	6	6	4	22
<i>Trichospermum galeottii</i>	8	4	2	32
<i>Andira inermis</i>	9	7	4	23
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	9	7	3	32
<i>Ormosia macrocalyx</i>	9	8	1	19
<i>Guarea guidonia</i>	10	8	4	34
<i>Sapium glandulosum</i>	10	4	3	36
<i>Trema micrantha</i>	11	11	5	35
<i>Xylopia aromatica</i>	12	11	9	19
<i>Virola sebifera</i>	13	13	8	19
<i>Cupania latifolia</i>	13	11	4	43
<i>Annona spraguei</i>	17	10	3	40
<i>Antirhea trichantha</i>	18	13	3	44
<i>Ochroma pyramidale</i>	19	17	3	41
<i>Xylopia frutescens</i>	21	14	7	40
<i>Spondias mombin</i>	29	31	1	40
<i>Vantanea depleta</i>	29	29	15	43

	TMG	inicia	termina
TPG	0.966	0.622	0.872
TMG		0.620	0.764
inicia			0.472

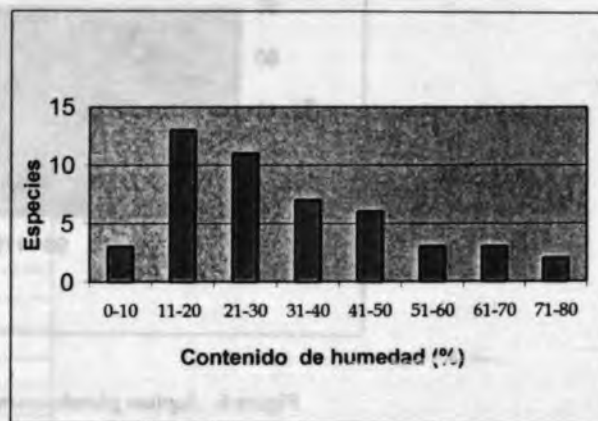


Figura 2. Distribución de 48 especies arbóreas de Panamá de acuerdo al contenido de humedad de la semilla fresca.

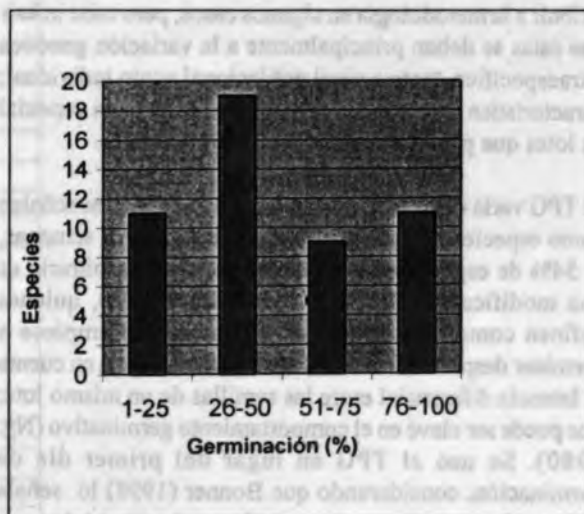


Figura 3. Numero de especies según porcentaje de germinación de semillas, Panamá.

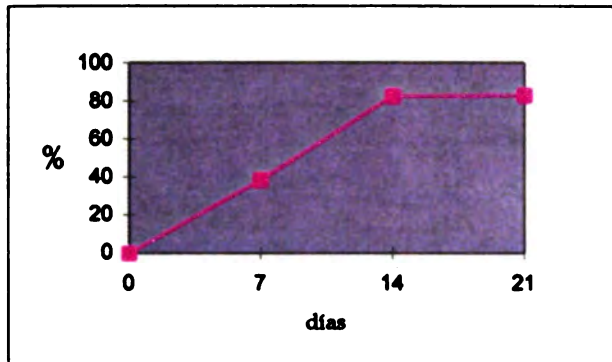


Figura 4. *Tabebuia rosea*. % de germinación acumulativo en Panamá.

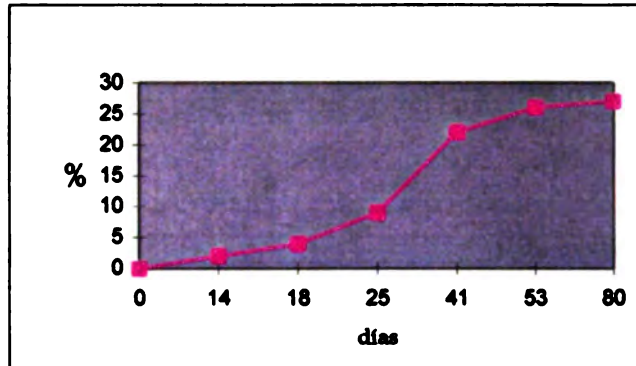


Figura 5. *Dipteryx oleifera*. % de germinación acumulativo en Panamá

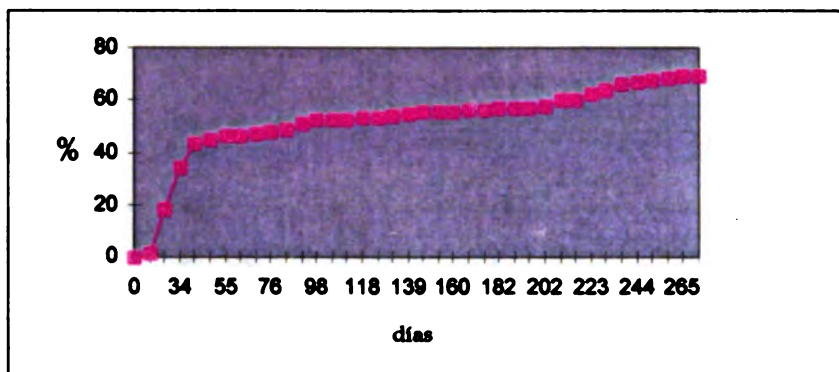


Figura 6. *Sapium glandulosum*. % de germinación acumulativo en Panamá

fue significativamente menor que la presentada por todos ellos (36% vs. 80-90%). Estas diferencias se pueden atribuir a la metodología en algunos casos, pero cabe inferir que éstas se deban principalmente a la variación genética intraespecífica, tanto a nivel poblacional como individual, característica ya señalada por Bonner (1998) en especial en lotes que provienen de poblaciones naturales.

El TPG varía entre 1 y 29 semanas (Cuadro 2). Si se señalan como especies latentes aquéllas con un TPG > 4 semanas, el 54% de especies son latentes. Este límite arbitrario es una modificación de Baskin y Baskin (1998), quienes definen como especie latente a aquélla que empiece a germinar después del día 30. Este criterio no toma en cuenta la latencia diferencial entre las semillas de un mismo lote, que puede ser clave en el comportamiento germinativo (Ng, 1980). Se usó el TPG en lugar del primer día de germinación, considerando que Bonner (1998) lo señala como un buen parámetro para evaluar especies arbóreas, y que en los estudios a nivel comunitario en la Isla de Barro Colorado de Garwood (1990), permitió establecer una relación entre latencia y la época de dispersión de la semilla.

Según la clasificación sugerida por Garwood (1990) para especies de germinación rápida, intermedia y lenta con TPG < 2 semanas, entre 2-16 semanas y > 16 semanas respectivamente, tenemos que un 22% de nuestras especies son de germinación rápida; un 66% intermedia y un 12% lenta. Las proporciones encontradas por Garwood son 18, 42 y 40% respectivamente, para un total de 185 especies en su mayoría leñosas (Cuadro 2).

Al Cuadro 2, se agregó el tiempo medio de germinación TMG (tiempo que tarda en germinar el 50% del total de semillas germinadas), la semana inicial y la final. La correlación entre TPG y TMG, es muy alta, también entre la semana final y estos dos parámetros. La semana inicial tuvo una correlación menos fuerte con los otros parámetros.

En el 90% de las especies, la mitad de las semillas germina en un tiempo igual o muy cercano al tiempo promedio (± 2 semanas). Se puede decir que existe sincronía en el tiempo de germinación, o lo que se llama una germinación homogénea; aún cuando exista un período de latencia. Su curva de germinación presenta el tipo de *Tabebuia rosea*

Cuadro 2. Tiempo de germinación de 50 especies arbóreas nativas de la cuenca del Canal de Panamá, en orden creciente según TPG. TPG=Tiempo Promedio de Germinación del total de las semillas germinadas, TMG=Tiempo Medio de Germinación (tiempo que tardan en germinar el 50% del total de semillas germinadas), el día que inicia la germinación y el día que termina. A la derecha correlaciones entre las estadísticas de germinación, todos significativos ($p < 0.001$)

(semanas)								
Especie	TPG	TMG	inicia	termina		TMG	inicia	termina
<i>Tabebuia rosea</i>	1	1	1	3				
<i>Cedrela odorata</i>	1	1	1	3				
<i>Protium tenuifolium</i>	1	1	1	7				
<i>Hura crepitans</i>	2	1	1	4				
<i>Hampea appendiculata</i>	2	1	2	6				
<i>Sterculia apetala</i>	2	2	2	4	TPG	0.966	0.622	0.872
<i>Hasseltia floribunda</i>	2	2	2	10	TMG		0.620	0.764
<i>Tapirira guianensis</i>	2	2	1	12	inicia			0.472
<i>Trichilia hirta</i>	2	2	2	5				
<i>Calophyllum longifolium</i>	2	2	1	6				
<i>Dalbergia retusa</i>	2	2	2	9				
<i>Swietenia macrophylla</i>	3	3	2	7				
<i>Jacaranda copaia</i>	3	3	3	6				
<i>Vochysia ferruginea</i>	3	2	2	11				
<i>Chrysophyllum cainito</i>	3	2	2	11				
<i>Phoebe cinnamomifolia</i>	3	3	3	9				
<i>Tabebuia guayacan</i>	3	3	3	12				
<i>Dendropanax arborea</i>	3	3	1	9				
<i>Pterocarpus rorhii</i>	3	3	3	7				
<i>Viola surinamensis</i>	4	4	3	8				
<i>Genipa americana</i>	4	4	4	14				
<i>Aspidosperma cruenta</i>	4	4	2	14				
<i>Gustavia superba</i>	4	4	3	6				
<i>Quararibea asterolepis</i>	5	4	2	10				
<i>Carapa guianense</i>	5	3	2	23				
<i>Brosimum utile</i>	5	4	2	13				
<i>Dipteryx oleifera</i>	5	5	2	9				
<i>Trichilia tuberculata</i>	5	5	2	13				
<i>Ficus insipida</i>	5	3	3	16				
<i>Tachigalia versicolor</i>	5	5	3	7				
<i>Alseis blackiana</i>	5	3	3	16				
<i>Heisteria concinna</i>	5	5	3	16				
<i>Schefflera morototoni</i>	6	5	5	13				
<i>Lindackeria laurina</i>	6	6	4	22				
<i>Trichospermum galeottii</i>	8	4	2	32				
<i>Andira inermis</i>	9	7	4	23				
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	9	7	3	32				
<i>Ormosia macrocalyx</i>	9	8	1	19				
<i>Guarea guidonia</i>	10	8	4	34				
<i>Sapium glandulosum</i>	10	4	3	36				
<i>Trema micrantha</i>	11	11	5	35				
<i>Xylopia aromatica</i>	12	11	9	19				
<i>Viola sebifera</i>	13	13	8	19				
<i>Cupania latifolia</i>	13	11	4	43				
<i>Annona spraguei</i>	17	10	3	40				
<i>Antirhea trichantha</i>	18	13	3	44				
<i>Ochroma pyramidale</i>	19	17	3	41				
<i>Xylopia frutescens</i>	21	14	7	40				
<i>Spondias mombin</i>	29	31	1	40				
<i>Vantanea depleta</i>	29	29	15	43				

(Fig. 3), de germinación rápida; o *Dypterix oleifera* (Fig. 4), de germinación intermedia.

Unas pocas especies, pioneras o asociadas a claros, como *Sapium glandulosum* (Fig. 5) y *Trichospermum galeottii*, de germinación intermedia; y *Antirhea trichantha*, *Xylopia frutescens* y *Annona spraguei*, de germinación lenta, poseen mayor variación en cuanto a su latencia. En estas especies existe un amplio rango de latencia diferencial y ofrecen una interesante oportunidad para estudiar este fenómeno.

CONCLUSIONES

- La mitad de las especies estudiadas presentan alguna clase de latencia.
- Existe una alta correlación entre el tiempo promedio de germinación y el tiempo medio.
- En el 90% de las especies, la mitad de las semillas presenta una latencia cercana al promedio y la latencia diferencial no es tan amplia. Esta clase de germinación sincrónica implica que el tiempo requerido en la cama de germinación será corto para la mayoría de las especies; y cabe esperar que aún cuando sean especies latentes, la mayoría de las semillas responderá de manera semejante a algún tratamiento pregerminativo.
- El 40% de las especies superó el 50% de germinación sin ningún tratamiento pregerminativo y bajo condiciones ambientales no controladas.
- Existe alta variación en el porcentaje de germinación de especies arbóreas tropicales, inter e intraespecíficas, y se requieren estudios detallados a nivel específico para acumular suficiente información que permita un mejor manejo de estas especies.
- Son necesarios más estudios fenológicos para programar la colecta de semillas, especialmente importante en programas de reforestación con fines de conservación con una mayor variedad de especies.

Cuadro 2. Recolección y Germinación de 50 especies arbóreas nativas de Panamá

Especie	Método de colecta	Limpieza - (No. de árboles colectados)	Sem/ kg	CH (%)	Germinación (%)	C.V.	inicia- termina (días)
<i>Aleis blackiana</i>	Del árbol con vara	Quebrar las cápsulas manualmente y extraer semillas. (5)	5,347,593	-	50	20	18-115
<i>Andira inermis</i>	"	Quitar el epicarpo con cuchillo. (5)	1,616	57.20	54	50	31-164
<i>Annona spraguei</i> ^{v,e}	"	Fruto carnoso, se separa las semillas de la pulpa bajo el agua. (5)	25,363	20	15	9	24-283
<i>Antirhea trichantha</i> ^{v,e}	"	Fruto carnoso de 1 semilla, separar la pulpa manualmente. (5)	59,880	17.8	29	19	24-311
<i>Aspidosperma cruenta</i>	Escalamiento	Abrir los frutos manualmente, cortar el ala. (5)	551	79	20	12	13-95
<i>Brosimum utile</i> ^v	"	Quitar el exocarpo manualmente. (5)	182	67	77	10	17-94
<i>Calophyllum longifolium</i> ^v	"	Fruto carnoso de 1 semilla, separar la pulpa manualmente. (5)	73	41	42 ²	50	5-40
<i>Carapa guianensis</i>	Escalamiento	La cápsula se abre sola. (5)	198	79.7	38 ³	25	12-159
<i>Cedrela odorata</i> ^m	Del árbol con vara	Dejar abrir las cápsulas al sol y abrir manualmente las que están oscuras. (5)	36,101	38.58	58	7	7-35
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Escalamiento	Fruto carnoso, se separa las semillas de la pulpa bajo el agua. (5)	2,902	41.5	76	7	14-76
<i>Cupania latifolia</i>	"	Dejar abrir al sol y abrir manualmente las que están oscuras. Quitar arilo. (5)	13,877	50.85	57.8	21	27-300
<i>Dalbergia retusa</i>	"	Cortar las legumbres. (5)	12,315	24.3	77	14	11-60
<i>Dendropanax arboreus</i>	"	Limpieza manualmente las bayas y retirar las semillas. (5)	62,485	50	44	13	10-66
<i>Dipteryx oleifera</i> ^v = <i>D. panamensis</i>	Del suelo	Ninguno, se colectan sin exocarpo. (5)		16.42	27 ²	48	14-60
<i>Ficus insipida</i>	Del árbol, con vara y escalamiento	Dejar secar el fruto carnoso y extraer manualmente las semillas. (5)	825,593	12.2	19	21	19-109

<i>Genipa americana</i>	Del árbol, con vara.	Fruto carnoso, se separa las semillas de la pulpa bajo el agua. (5)	7.289	36.5	85	6	27-99
<i>Guarea guidonia</i> ⁴	"	Dejar que se abran. (4)	4.176	30.4	49 ²	27	31-241
<i>Gustavia superba</i>	Del piso y del árbol con vara	Abrir el fruto cuidadosamente con cuchillo y separar las semillas. (8)	80	53.5	76 ²	17	18-45
<i>Hampea appendiculata</i> ^v	Del árbol, con vara.	Dejar abrir las cápsulas al sol. Quitar arilo. (5)	4.860	44.9	50	16	12-39
<i>Hasseltia floribunda</i>	Del árbol, con vara.	Quitar la pulpa manualmente. seleccionar frutos negros. (4)	43.589	63.3	40	30	11-67
<i>Heisteria concinna</i>	Del árbol con vara o escalamiento	Dejar abrir al sol y abrir manualmente las que están oscuras. (5)	3.378	30	40	15	24-115
<i>Hura crepitans</i>	Del árbol con vara	Las cápsulas maduras se dejan caer dentro de una bolsa para que exploten. (5)	829	8.74	87	5	10-31
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Escalamiento	Se puede sembrar el fruto (5)	123.762	28.5	61	8	20-163
<i>Jacaranda copaia</i>	Del árbol trepando	Dejar abrir las cápsulas al sol (5)	116.805	33.3	89	5	18-39
<i>Lindackeria laurina</i>	Del árbol, con vara.	Dejar abrir al sol y abrir manualmente las que están oscuras (4)	11.312	30	39	10	27-154
<i>Ochroma pyramidale</i>	Del árbol, con vara.	Abrir el fruto maduro manualmente y separar los pelos de las semillas en zaranda (5)	145.985	8.8	21	22	19-284
<i>Ormosia macrocalyx</i>	Del árbol, con vara o del suelo.	Dejar abrir al sol y abrir manualmente las que están oscuras (5)	2.096	13.5	49	6	10-136
<i>Phoebe cinnamomifolia</i>	Del suelo y del árbol con vara	Extraer manualmente las semillas de los frutos negros Lavarlas (5)	4.612	39.65	48	4	21-63
<i>Protium tenuifolium</i>	Del árbol con vara	Dejar abrir las cápsulas al sol y separar el arilo manualmente. (5)	4.719	-	85	9	4-46
<i>Pterocarpus rohrii</i>	Del árbol trepando	Cortar el ala. (3)	3.408	25.6	77	8	24-45

<i>Quararibea asterolepis</i>	Del piso	Limpiar el fruto carnososo bajo agua. Las semillas tienen pelos en la testa. (5)	1,418	47.01	38	7	15-71
<i>Sapium glandulosum</i>	Del árbol con vara y trepando	Dejar abrir las cápsulas, y retirar bajo el agua el arilo rojo de las semillas. (5)	23,05	25.1	70	2	20-272
<i>Schefflera morototoni</i>	Del suelo y del árbol	Extraer la pulpa bajo agua (5)	58,565	14.18	65	4	38-94
<i>Spondias mombin</i>	Del árbol con vara.	Se extrajo la pulpa bajo el agua. (5) (Si se colectan del suelo cuando la pulpa desapareció, el porcentaje de germinación es más alto)	468	61	2	60	10-283
<i>Sterculia apetala</i>	Del árbol y del suelo	Separar manualmente teniendo cuidado con los pelos que rodean las semillas. (5)	780	20.64	37	10	12-27
<i>Swietenia macrophylla</i> ^{cm}	Del árbol, on vara y trepando	Se colectan los frutos maduros, se dejan abrir al sol. (5)	1,351	42.2	58	6	17-52
<i>Tabebuia guayacan</i> ^y	Del árbol con vara	Dejar abrir las cápsulas al sol (4)	51,743	14.8	61	10	24-98
<i>Tabebuia rosea</i> ^y	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (5)	30,303	21.42	83	6	7-21
<i>Tachigalia versicolor</i>	Del suelo	Se sembró la diáspora con el ala cortada. (5)	1,140	13.12	20	20	24-66
<i>Tapirira guianensis</i>	Del árbol con vara	Quitar el exocarpo manualmente. (7)	2,598	23.6	53	8	4-49
<i>Trema micrantha</i>	"	Seleccionar frutos maduros, extraer la pulpa manualmente o sembrar fruto entero. (5)	356,697	9.5	38	6	36-247
<i>Trichilia hirta</i>	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (5)	17,391	9.20	83	4	17-38
<i>Trichilia tuberculata</i> ^y	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (6)	4,606	40	11	24	12-96
<i>Trichospermum galeottii</i>	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (5)	454,545	15.64	15	33	12-222
<i>Vantanea depleta</i> ^{sc}	"	Extraer con cuchillo el exocarpo carnososo. (3)	259	18.1	31	39	103-304
<i>Virola sebifera</i>	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (4)	1,933	40.0	12	25	55-147

<i>Pirola surinamensis</i> ^v	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (5)	346	38.8	45	21	20-55
<i>Ochysia ferruginea</i>	"	Dejar abrir las cápsulas al sol. (5)	65,805	21.2	36	13	11-74
<i>Xylopia aromatica</i>	"	Dejar las cápsulas en bolsa plástica para que se ablande. (5)	43,103	14.4	9*	61	63-140
<i>Xylopia frutescens</i>	"	Dejar las cápsulas en bolsa plástica para que se ablande. (5)	2,088	16.7	1	100	56-287

Nota: Los ensayos de semillas por kg. contenido de humedad y germinación se realizaron siguiendo las reglas de la ISTA, y en el caso de germinación el sustrato es arena de río esterilizada a 100°C 24 hs y en el vivero la cantidad de luz que llegaba a las bandejas fue de 30% de luz solar directa.

e= endémica. en: en peligro. v: vulnerable

2. Sembradas 5 repeticiones de 20 semillas, mezcla de los árboles colectados.

3. Sembradas directamente en pote 4 repeticiones de 20 semillas

* Este porcentaje de germinación se obtuvo con un 50% de luz solar directa.

REFERENCIAS

- Aguilar, S. & R. Condit, 1994. Usos de arboles nativos para una comunidad de Campesinos. Manuscrito
- Arias A., D. 1994. Especies maderables prioritarias para la reforestación en la zona sur: Zapatero (*Hyeronima oblonga*), una especie que no ha sido considerada. Proyecto Especies Nativas. Zona Sur, Costa Rica. Boletín informativo N° 1: 2-3.
- Baskin, C.C. y Baskin, J.M. 1998. Seeds, ecology, biogeography, and evolution of dormancy and germination. 666 p.
- Bonner, F.T. 1998. Testing Tree Seeds for Vigor: A Review. Seed Technology, 20 (1): 5-17.
- CATIE.PROSEFOR. 1997. *Vochysia ferruginea* Mart. Nota Técnica sobre el manejo de semillas forestales
- Condit, R. 1998. Ecological implications of changes in drought patterns: Shifts in forest Composition in Panama. Climatic Change 39: 413-427.
- Cunha, R.; Eira, M.; Rita, I. 1995. Germination and desiccation studies on wild nutmeg seed (*Virola surinamensis*). Seed Science & Technology, 23: 43-49.
- Flores, E. 1993. Arboles y semillas del neotrópico. Vol. 2. Museo Nacional de Costa Rica, Departamento de Historia Natural, Herbario Nacional de Costa Rica.
- Foster, R.B. 1990. Ciclo estacional de caída de frutos en la isla de Barro Colorado. In Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Leigh, E.G., Jr., S.A. Rand y D. M. Windsor (eds.), Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, Panamá.
- Garwood, N. 1990. Ciclo estacional de germinación de semillas en un bosque semicaducifolio tropical. In Ecología de un Bosque Tropical: Ciclos estacionales y cambios a largo plazo. Leigh, E.G., Jr., S.A. Rand and D. M. Windsor (eds.), Smithsonian Tropical Research Institute. Balboa, República de Panamá.
- Gardwood, N. C.; J.R.B. Lighton. 1990. Physiological ecology of seed respiration in some tropical species. New Phytol., 115: 549-558.
- González, E. 1991. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. Revista de Biología Tropical, 39 (1): 47-51.
- González, E. 1991 a. Pérdida de humedad y germinación de las semillas de *Hyeronima alchorneoides* Fr. Allenao. Rev. Biol. Trop 40 (1): 139-141.
- ISTA. 1993. International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology. Vol 21 (Suppl.), 288pp.
- Lorenzi, H. 1992. Arvores Brasileiras. Manual de Identificacao e Cultivo de Plantas Arboreuss Nativas do Brasil. Editora Plantarum. Brasil, 376 pp.
- Murillo G., O. 1998. Variación en parámetros de germinación de una población natural de *Alnus acuminata* de Guatemala. Boletín: Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No. 19: 4-8.
- Ng, F.S.P. 1980. Strategies of establishment In: Malayan Forest trees. in Tropical Trees as Living Systems. (Eds. P.B. Tomlinson y M.H. Zimmermann) Cambridge University Press. Cambridge pp. 129-162.
- Rodríguez, L.; Moreira, I.; Arnaéz, E.; Müller, E. 1997. Consideraciones Generales en resultados preliminares del Proyecto de investigación sobre manejo y comportamiento de seis especies forestales nativas en la región Huetar Norte de Costa Rica. In memorias del II Congreso Forestal Centroamericano. San José, Costa Rica. 15-17 septiembre 1997.
- Rojas R. F. 1994. Los bosques centroamericanos como fuente de germoplasma. Boletín de Mejoramiento de Semillas Forestales. 8:2.
- Trujillo N., E. 1991. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá, Colombia. Cedetrabajo.
- Vázquez-Yañez, C. 1974. Estudios sobre ecofisiología de la Germinación en una zona cálido-húmeda de México. Tesis Doctoral. Universidad Nacional Autónoma de México.
- Vega E., C.; Patiño V., F.; Rodríguez y Pacheco, A. 1983. Viabilidad de semillas en 72 especies forestales tropicales almacenadas al medio ambiente. In: Memorias de la Reunión sobre Problemas In: Semillas Forestales Tropicales. Quintana Roo, México.

Efecto del aislamiento en la calidad de la semilla de jaúl (*Alnus acuminata*).

Yorlery Badilla¹
Olman Murillo²

INTRODUCCION

Los programas semilleros se proponen el abastecer la demanda de semilla de la mejor calidad y menor costo posible para la reforestación. En los últimos años, la región centroamericana y caribe ha experimentado un gran avance en programas de mejoramiento genético. Sin embargo, poco se ha documentado sobre el efecto en la calidad de la semilla que podría tener el coleccionar material de individuos aislados/alejados de una población densa, o aun de poblaciones sumamente degradadas y con pocos individuos sumamente reproductivos. Este tipo de análisis llama la atención en cuanto a que no es suficiente, para el éxito de un programa semillero, seleccionar árboles plus para la recolección de semilla, si no se comprenden los fenómenos relacionados con la biología reproductiva de la especie.

La calidad de la nube de polen en un rodal o huerto semillero, por ejemplo, es vital para lograr cosechas de semilla abundantes y de buenas características fisiológicas y genéticas. Individuos cuya floración es muy temprana o tardía con respecto al resto de la población de un rodal o huerto semillero, podrían estar recibiendo polen sumamente pobre en densidad y variabilidad genética. La tasa de autofertilización (en especies monoicas) tendería a aumentar y la variabilidad genética de la semilla disminuiría (Aldrich y Hamrick 1998). En la práctica, se obtendría un resultado similar al coleccionar semilla de individuos aislados o alejados de la población densa o de poblaciones severamente fragmentadas. En este estudio se documentan para *Alnus acuminata* los efectos marcadamente negativos en la calidad de la semilla obtenida en este tipo de situaciones.

METODOLOGIA

Se investigó el efecto del aislamiento de árboles semilleros de *Alnus acuminata* sobre la calidad y cantidad de semillas producidas, procedentes de la población de Siberia, Cerro

de la Muerte, Costa Rica (2900 msnm.). Fueron comparadas varias características de las semillas entre dos árboles aislados/alejados por más de 4 km con respecto a la población natural más cercana, y de 10 individuos presentes en una población natural y densa localizada en Siberia, Cerro de la Muerte. De cada uno de los árboles fueron colectados varios frutos cerrados y se mantuvieron debidamente identificados durante el análisis de laboratorio en la Escuela de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. De los frutos se extrajo la semilla que conformó un lote de análisis para cada árbol. De cada lote se determinó el porcentaje de germinación con base en las normas ISTA, utilizando cuatro repeticiones de 50 semillas. Las semillas germinadas fueron registradas cada 2-3 días hasta un total de 40 días de observación, con el fin de analizar luego la variación en la energía germinativa. El peso seco de la semilla se obtuvo también a partir de ocho repeticiones de 50 semillas de cada uno de los lotes. De cinco frutos cerrados por árbol se determinó el número de semillas vanas/fruto y el porcentaje de fertilidad/fruto con base en la metodología propuesta por Murillo *et al* (1992).

Se hicieron los respectivos análisis estadísticos para determinar si las diferencias en cada uno de estos parámetros entre los 10 individuos de la población densa y los dos individuos aislados eran significativas.

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 resume las principales características registradas de los distintos lotes (familias) investigados. En las características, No. de semillas vanas, porcentaje de semillas vanas y porcentaje de fertilidad, se registró siempre una marcada diferencia de inferioridad en los dos lotes procedentes de las dos familias aisladas. Estas diferencias fueron altamente significativas en los respectivos ANDEVA efectuados (Cuadro 2).

Así también se observa una disminución importante en el porcentaje de germinación, el valor pico y día pico de germinación en las semillas de las dos familias aisladas. Sus diferencias también resultaron altamente significativas en los ANDEVA realizados. La tasa de germinación de las familias del rodal denso fue 31,87 % *versus* 10,12 % de

¹ Consultora Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central, Costa Rica. Ybadilla@hotmail.com

² Escuela de Ing. Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. omurillo@itcr.ac.cr

las dos familias aisladas, que corresponde a una diferencia de tres veces. El valor pico de germinación promedio para estas dos familias fue de 0,07 (inferior en una relación de 5:1), mientras que el día pico de germinación también disminuyó de 11,20 a 20 días.

Se destaca el evidente aumento en el número o porcentaje de semillas vanas por fruto, cuyos valores aumentaron en una relación de 3 a 1. La tasa de fertilización/fruto refleja también este mismo aspecto, la cual disminuyó en aproximadamente un 25%. Este tipo de datos indican problemas a nivel de cantidad y variabilidad de polen disponible, que podrían propiciar tasas más altas de autopolinización o de pérdidas por incompatibilidad pre y post-zigótica (Hattemer *et al.* 1993).

En el peso seco de 1000 semillas se presentó también una ligera tendencia a producir semillas de menor tamaño en las dos familias aisladas, significativamente inferior al promedio de las 10 familias del rodal denso (Cuadro 1). Sin embargo, así también algunas familias produjeron semilla de bajo tamaño como se esperaba. Ya que el tamaño de la semilla presenta 2/3 de componente materno en especies latifoliadas y es por tanto menos afectado por el donante de polen (El-Kassaby *et al.* 1992). En un estudio de variación en el peso de la semilla con 50 familias de *Alnus acuminata* de una población de Guatemala, se encontró también una alta variabilidad entre familias y ninguna asociación entre el tamaño de la semilla y los demás parámetros de calidad de la semilla investigados (Murillo 1998). Sin embargo, estos resultados sugieren que aún el tamaño de la semilla sufre una disminución como efecto del grado de aislamiento del árbol madre.

Cuadro 1: Principales características de las semillas procedentes de 2 árboles aislados (Familias 1 y 2) y de 10 árboles, procedentes de una población densa en Siberia. Cerro de la Muerte. Costa Rica.

Familia	No. Semillas vanas	Semillas Vanas (%)	Fertilidad (%)	Peso seco 1000 semillas	Germinación (%)	Valor Pico Germinación (semillas/día)	Día Pico Germinación
1	27.80	30.19	61.16	0.28	18.21	0.13	18
2	37.00	31.26	71.14	0.17	2.03	0.01	22
Promedio de los árboles aislados	32,40	30,73	66,15	0,23	10,12	0,07	20
3	14.80	11.23	81.38	0.35	23.63	0.23	10
4	---	---	---	0.47	41.53	0.98	10
5	3.20	2.77	99.78	0.29	12.58	0.03	22
6	6.20	4.88	95.44	0.23	32.38	0.35	10
7	20.00	11.79	96.91	0.44	34.46	0.33	12
8	4.80	4.30	87.88	0.31	37.43	0.56	12
9	5.25	3.78	98.48	0.33	37.20	0.52	12
10	4.40	3.72	95.20	0.51	45.70	0.58	12
11	6.20	4.70	90.98	0.34	22.45	0.10	12
12	9.40	6.29	94.37	0.50	31.34	0.35	12
Promedio para el rodal denso	8.25	5.94	93.38	0.38	31.87	0.40	11.20

Cuadro 2: Resumen de los análisis de varianza efectuados para cada uno de los parámetros de calidad de las semillas investigados en árboles de *Alnus acuminata* de la población de Siberia. Cerro de la Muerte. Costa Rica.

Parámetro	GL	CM	Prueba de F
No. semillas vanas	10	617.07	6.03***
Semillas vanas (%)	10	546.61	12.75***
Fertilidad (%)	10	765.70	9.51 ***
Peso seco 1000 semillas	10	4.74 x 10E-05	9.85***
Germinación (%)	11	654.12	20.38***



Futuras investigaciones podrían adicionalmente determinar el cambio en la tasa de autofertilización que podría también estar ocurriendo en los árboles aislados.

CONCLUSIONES

Los resultados demuestran la marcada inferioridad en todos los parámetros evaluados, sobre la calidad de las semillas obtenida de los árboles aislados con respecto a la obtenida de árboles de la población densa. En la mayoría de los parámetros, el promedio para las familias aisladas registró una disminución o empeoramiento con respecto a los individuos de población densa de 3 a 1. Este tipo de datos señala la importancia de realizar estudios similares con las especies forestales más utilizadas en reforestación, para determinar la posible existencia de problemas similares y proponer las medidas correctivas correspondientes.

BIBLIOGRAFIA

- Adrich, P.R. ; Hamrick, J.L. 1998. Reproductive dominance of pasture trees in a fragmented tropical forest mosaic. *Science* 281: 103-105.
- El-Kassaby, Y.A., Edwards, D.G.W.; Taylor, D.W. (1992). Genetic control of germination parameters in douglas-fir and its importance for domestication. *Silvae Genetica* 41: 48-54
- Hattemer, H.H.; Bergmann, F.; Ziehe, M. 1993. Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft. J.D.Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main. Alemania.
- Murillo, O.; Rojas, E.; Vilchez, B. 1992. Estimación de cosecha de semilla en un rodal semillero de jaúl (*Alnus acuminata* spp *arguta* (Schlectendal) Furlow) en Zarcero, Costa Rica. In: II Congreso Forestal Nacional, Nov. 25-27, 1992. San José, Costa Rica. pp: 16-18.
- Murillo, O. 1998. Variación en parámetros de germinación de una población natural de *Alnus acuminata* de Guatemala. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. No. 19: 4-8.



Caracterización de frutos y semillas de *Cedrela odorata* L., *Tabebuia rosea*, *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica*.

Mario Alvarez¹

INTRODUCCION

Estudios de los últimos años sugieren la utilización de *Tabebuia rosea* y *Cedrela odorata* para zonas bajas a intermedias (desde 50 a 1250 msnm) y *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica* para zonas media altas (desde 1000 a 2300 msnm)

Las poblaciones naturales de *Cedrela odorata* han decrecido en los últimos tiempos, debido a los cambios del uso del suelo, y la sobreexplotación a la que ha sido sometida. *Tabebuia rosea* posee un amplio rango de distribución, aun se mantienen algunos bosquetes jóvenes dispersos, pero en buen estado.

Generalmente el aprovechamiento selectivo de estas especies, ha disminuido su capacidad de regeneración natural en diversas zonas y hasta ha desaparecido en algunos lugares, siendo cada vez más difícil localizar árboles con diámetros de valor comercial. La información referente a la cantidad y calidad biológica de las semillas que producen estas cuatro especies dentro de sus rangos de distribución, es insuficiente.

La justificación para desarrollar esta investigación, se fundamenta en las recomendaciones del documento, "Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla*, bajo condiciones naturales en Campeche, México", presentado por Niembro (1995).

Los objetivos específicos del presente trabajo son: a) cuantificar el número de semillas por fruto para estimar su rendimiento; b) determinar las relaciones entre la producción de semillas, el peso y el tamaño de los frutos; c) valorar la producción de semillas entre procedencias por especie; d) Determinar la magnitud y tipo de variación al nivel de procedencias y de individuos dentro de procedencias; e) contar con más información para que los productores de semilla puedan estimar la recolección que les garantice el número de plantas deseado.

Niembro (1995) analizó varios frutos maduros y cerrados de caoba (*Swietenia macrophylla*) para evaluar el rendimiento y la calidad biológica de sus semillas. Los resultados mostraron que los frutos producen en promedio 49 semillas desarrolladas de las cuales 39 germinaron. 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.

METODOLOGIA

La recolección de frutos se realizó en 1996 y 1997 y para su valoración se utilizó la metodología descrita por Niembro (1995). Los frutos cosechados provienen de dos procedencias por cada especie, de fuentes seleccionadas en diferentes áreas del país.

Cuadro 1. Datos geográficos y número de lote de las fuentes semilleras de *Cedrela odorata*, *Tabebuia rosea*, *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica* en Costa Rica.

Especie	Lote	Procedencia	Altitud (msnm)	Lat. - Long.	Precipitación (mm)
<i>Cedrela odorata</i>	BL072/97A	Las Juntas (1)	80	10-11 N 85-04 O	2274
<i>Cedrela odorata</i>	BL058/97A	Jiménez (2)	250	10-10 N 83-45 O	4466
<i>Tabebuia rosea</i>	BL073/97A	Las Juntas (1)	130	10-11 N 84-58 O	2274
<i>Tabebuia rosea</i>	BL100/97A	El Roble (2)	800	09-59 N 84-15 O	3079
<i>Alnus acuminata</i>	BL035/96B	Prusia (1)	2610	09-58 N 83-53 O	1516
<i>Alnus acuminata</i>	BL066/96A	Rcho Redondo (2)	2250	09-57 N 83-57 O	2497
<i>Cupressus lusitanica</i>	BL042/96B	Coris (1)	1440	09-52 N 83-59 O	1329
<i>Cupressus lusitanica</i>	BL056/96B	Prusia (2)	2680	09-58 N 83-53 O	1516

¹ Encargado Unidad de procesamiento y distribución de semillas
Banco de Semillas Forestales del CATIE

Los materiales cosechados fueron trasladados al laboratorio del Banco de Semillas Forestales del CATIE, en Turrialba.

Los frutos se recolectaron de 10 árboles al azar por procedencia y 10 frutos maduros por árbol, para una muestra simple de 100 frutos por procedencia por especie; fueron valoradas las siguientes variables: Peso de frutos (PF); longitud del fruto (LF); diámetro del fruto (DF); número de semillas desarrolladas por fruto (NSD); peso de semillas desarrolladas (PSD).

El peso de los frutos y semilla fue tomado de forma individual (por fruto) usando una balanza electrónica con precisión de 0.001 de g; las mediciones de longitud y diámetro se determinaron con un bernier (calibrador) con graduación de 0.1 cm.

Las semillas que completaron su formación estructural y contenían un embrión completo y funcional, fueron consideradas como semilla desarrollada, este ejercicio se realizó revisándolas de manera individual y contabilizando el número de semillas en cada fruto.

RESULTADOS Y DISCUSION

Peso, longitud y diámetro del fruto. El peso y las dimensiones de los frutos mostraron correlaciones positivas débiles con el número y peso de semillas desarrolladas, debido a la gran dispersión mostrada, por ejemplo; frutos

grandes producen menor cantidad de semillas. Esta condición se presentó en las cuatro especies de las dos procedencias, confirmando diferencias estadísticas dentro y entre procedencias.

Número de semillas desarrolladas por fruto. Se esperaba que en la medida en que los frutos aumentaran de peso y tamaño, se incrementaría el número de semillas desarrolladas, sin embargo, para jaúl, cedro y ciprés la tendencia fue lo contrario, los frutos más pequeños (menor peso) contenían el mayor número de semillas desarrolladas.

Peso de las semillas desarrolladas. Las semillas se pesaron conforme eran retiradas de cada fruto, encontrando variaciones tanto entre árboles como entre procedencias.

Los coeficientes de variación son elocuentes y altamente significativos; mostrando valores para las variables analizadas que van del 18 % en roble, hasta 47% en cedro (Cuadro 2 y 3).

Las variaciones identificadas pueden ser generadas por factores tales como: diferencias de edad de los árboles madre, medio ambiente, sitio, suelo y composición genética.

PF (Peso de fruto); LF (Longitud del fruto); DF (Diámetro del fruto); NSD (Número de semillas desarrolladas por fruto); PSD (Peso de semillas desarrolladas por fruto).

Cuadro 2 Valores descriptivos del análisis de promedios para *Cedrela odorata* y *Tabebuia rosea*, Costa Rica.

Estadísticos	PF (g)		LF (cm)		DF (cm)		NSD		PSD	
	Cedro	Roble	Cedro	Roble	Cedro	Roble	Cedro	Roble	Cedro	Roble
N	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Mínimo	1.98	14.00	2.49	21.60	1.47	1.04	6.00	66.00	0.10	1.24
Máximo	12.27	43.00	5.17	38.95	2.58	1.66	62.00	211.00	0.99	7.46
Media	5.69	27.64	3.90	30.916	2.06	1.35	34.60	160.82	0.55	3.96
Desv. Estandar	2.66	5.11	0.52	3.47	0.22	0.13	11.19	23.80	0.16	1.21
C.V.	0.47	0.18	0.13	0.11	0.11	0.09	0.32	0.15	0.30	0.30

Cuadro 3 Valores descriptivos del análisis de promedios para *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica*, Costa Rica.

Estadísticos	PF (g)		LF (cm)		DF (cm)		NSD		PSD	
	Jaúl	Cipres	Jaúl	Cipres	Jaúl	Cipres	Jaúl	Cipres	Jaúl	Cipres
N	200	200	200	200	200	200	200	200	200	200
Mínimo	0.07	0.84	0.99	1.04	0.78	1.12	8.00	22.00	0.01	0.08
Máximo	2.27	5.68	2.80	2.44	1.61	2.17	225.00	96.00	0.15	0.74
Media	0.92	2.13	1.71	1.60	1.05	1.58	129.69	52.47	0.68	0.31
Desv. Estandar	0.35	0.81	0.27	0.22	0.12	0.19	34.87	16.43	0.02	0.13
C.V.	0.38	0.38	0.16	0.14	0.11	0.12	0.27	0.31	0.37	0.42

Para *Alnus acuminata* se evidencian las variaciones existentes entre procedencias y aun dentro de estas (cuadro 4); el PF para la procedencia 1 va de 0.22 hasta 2.27 g, y el NSD es de 35 a 197, en promedio los frutos que producen la mayor cantidad de semilla son los de menor tamaño; para la procedencia 2 los valores en PF son de 0.07 a 1.65 g y el NSD es de 8 a 225.

Las diferencias encontradas entre procedencias son significativas, tanto que los frutos más pequeños (procedencia 2) contienen mayor cantidad de semilla por fruto. Se puede estimar que los frutos más grandes contienen menos semilla pero más grande y los pequeños contienen mayor número de semilla, aunque más pequeña.

Cuando se comparan los datos de ambas procedencias en los coeficientes de variación para las cinco variables, se encuentran valores que van del 10 al 40 % (Fig.1).

En *Cedrela odorata* existen variaciones entre las dos procedencias y aun dentro de ellas (Cuadro 5); para PF la procedencia 1 tiene valores de 2.41 g hasta 11.65 g, y los de NSD que van desde 6 hasta 35; para la procedencia 2 los valores en PF van de 1.98 g a 12.27 g y en NSD de 29 a 62.

Las diferencias entre procedencias son significativas, tanto que los frutos más pequeños (procedencia 2) contienen la mayor cantidad de semillas. Sin embargo a pesar de que

Cuadro 4. Estadísticas descriptivas de la evaluación de 5 variables de frutos y semillas de *Alnus acuminata* en dos procedencias, Prusia (1) y Rancho Redondo (2), Costa Rica.

Estadísticos	PF (g)		LF (cm)		DF (cm)		NSD		PSD	
	Jauíl 1	Jaul 2	Jauíl 1	Jaul 2	Jauíl 1	Jaul 2	Jauíl 1	Jaul 2	Jauíl 1	Jauíl 2
N	100	100	100	100	100	100	99	100	100	100
Mínimo	0.22	0.07	0.99	1.15	0.86	0.78	35.00	8.00	0.03	0.01
Máximo	2.27	1.65	2.80	2.22	1.42	1.61	197.00	225.00	0.15	0.11
Media	1.01	0.83	1.75	1.67	1.06	1.04	124.86	133.22	0.07	0.06
Desv. Estandar	0.39	0.27	0.30	0.22	0.10	0.14	31.50	39.66	0.02	0.02
C.V.	0.38	0.33	0.17	0.13	0.10	0.13	0.25	0.30	0.33	0.40

Cuadro 5. Estadísticas descriptivas de la evaluación de 5 variables de frutos y semillas de *Cedrela odorata* en dos procedencias, Las Juntas (1) y Jiménez (2), Costa Rica.

Estadísticas	PF (g)		LF (cm)		DF (cm)		NSD		PSD	
	Cedro 1	Cedro 2	Cedro 1	Cedro 2	Cedro 1	Cedro 2	Cedro 1	Cedro 2	Cedro 1	Cedro 2
N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mínimo	2.41	1.98	2.49	3.00	1.47	1.73	6.00	29.00	0.10	0.33
Máximo	11.65	12.27	5.17	4.66	2.47	2.58	35.00	62.00	0.95	0.99
Media	6.19	5.19	3.97	3.83	2.03	2.08	25.15	44.06	0.55	0.55
Desv. Estandar	2.38	2.83	0.63	0.37	0.24	0.20	4.99	6.81	0.20	0.12
C.V. (%)	0.38	0.54	0.16	0.10	0.12	0.10	0.20	0.15	0.36	0.22

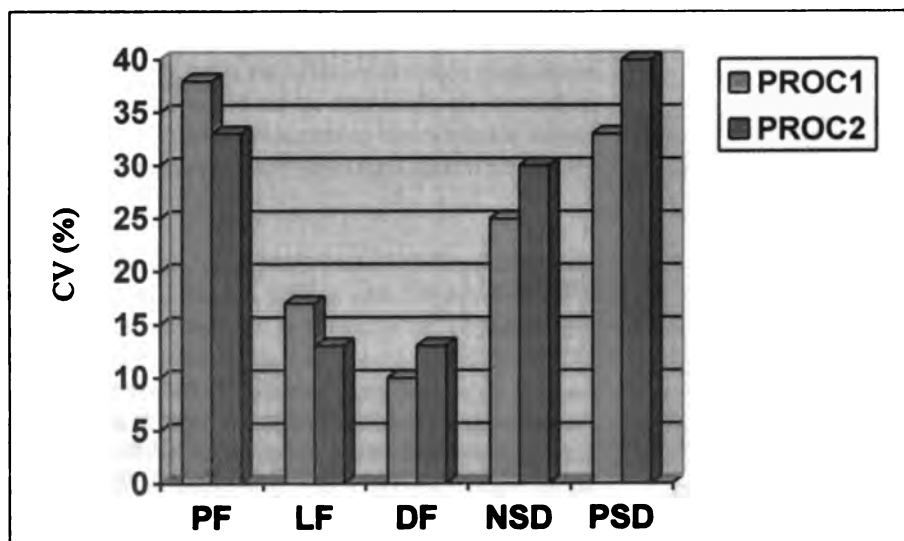


Figura 1. En *Alnus acuminata* el PF y LF la mayor variación se encuentra en la procedencia 1 (Prusia), pero para DF, NSD y PSD la mayor variación se encuentra en la procedencia 2 (Rancho Redondo), Costa Rica.

no se evaluó semillas individuales, las observaciones demostraron que los frutos más grandes poseen semilla más grandes y esto se demuestra en la media del PSD que es igual para ambas procedencias.

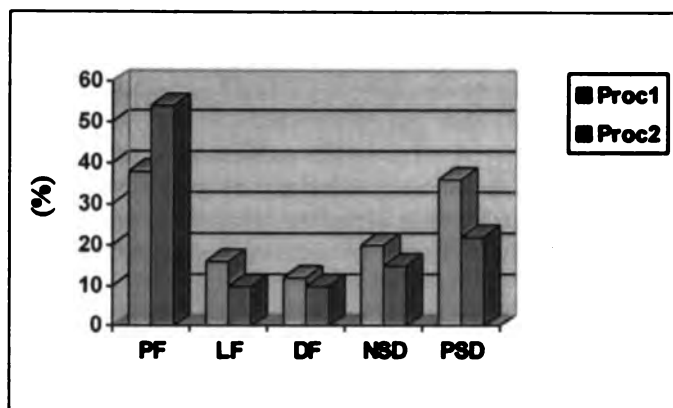


Figura 2. Para PF la mayor variación se encuentra en la procedencia 2 (Jiménez), pero para LF, DF, NSD y PSD la mayor variación se encuentra en la procedencia 1 (Las Juntas), Costa Rica.

La comparación del coeficiente de variación de ambas procedencias para las cinco variables proporciona datos que van del 10 al 54 % (Fig. 2).

En *Tabebuia rosea* las variaciones existentes entre procedencias y aun dentro de procedencias (Cuadro 6) son significativas; para el PF la procedencia 1 tiene valores desde 14.0 hasta 43.0 g, y los de NSD van de 66 hasta 211; para la procedencia 2 los valores en PF van de 20.0 a 40.0 g y en NSD de 93 a 211. Las diferencias encontradas entre procedencias son significativas, sin embargo el NSD es igual para ambas procedencias.

Cuando se comparan los valores de ambas procedencias en los coeficientes de variación para las 5 variables, se encuentran datos que van del 7 al 33%.

Para *Cupressus lusitanica* las variaciones existen entre procedencias y aun dentro de estas (Cuadro 7); para el PF la procedencia 1 tiene valores desde 0.84 hasta 3.86 g, los de NSD van de 36 hasta 96; para la procedencia 2 los valores en PF van de 0.86 a 5.68 g y en NSD de 22 a 63. Las diferencias encontradas entre procedencias son significativas, confirmando gran variabilidad entre frutos, dentro y entre procedencias.

Cuadro 6. Estadísticas descriptivas de la evaluación de 5 variables de frutos y semillas de *Tabebuia rosea* en dos procedencias, Las Juntas (1) y El Roble (2), Costa Rica.

Estadísticas	PF (g)		LF (cm)		DF (cm)		NSD		PSD	
	Roble 1	Roble 2	Roble 1	Roble 2	Roble 1	Roble 2	Roble 1	Roble 2	Roble 1	Roble 2
N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mínimo	14.00	20.00	21.60	23.03	1.04	1.24	66.00	93.00	1.44	1.24
Máximo	43.00	40.00	38.95	38.03	1.64	1.66	211.00	211.00	7.46	6.22
Media	27.02	28.26	31.45	30.36	1.28	1.42	155.65	165.99	4.09	3.84
Desv. Estandar	5.46	4.68	3.51	3.35	0.11	0.10	24.77	21.71	1.15	1.25
C.V. (%)	0.20	0.16	0.11	0.11	0.09	0.07	0.16	0.13	0.28	0.33

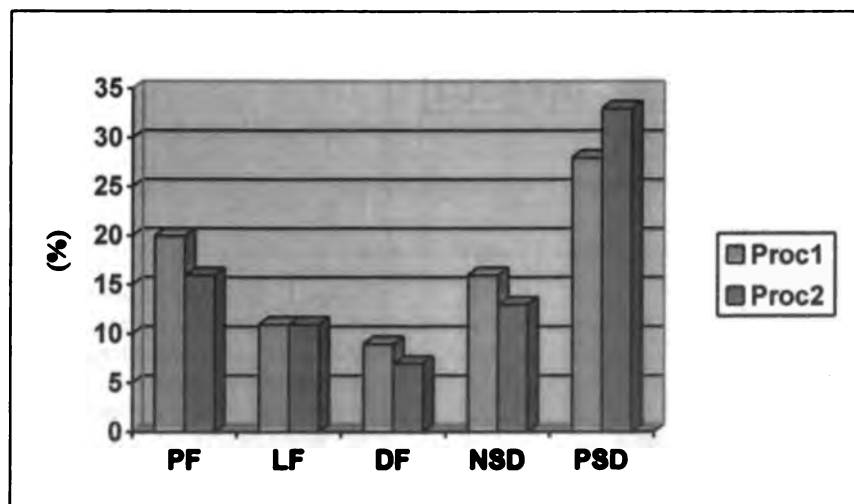


Figura 3. Para PF, DF y NSD, la mayor variación se encuentra en la procedencia 1 (Las Juntas) y para PSD es mayor en la procedencia 2 (El Roble), siendo igual el valor en LF, Costa Rica.

Cuadro 7. Estadísticas descriptivas de la evaluación de 5 variables de frutos y semillas de *Cupressus lusitanica* en dos procedencias, Coris (1) y Prusia (2), Costa Rica.

Estadísticas	PF (g)		LF (cm)		DF (cm)		NSD		PSD	
	Cipres1	Cipres2	Cipres1	Cipres2	Cipres1	Cipres2	Cipres1	Cipres2	Cipres1	Cipres2
N	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
Mínimo	0.84	0.86	1.16	1.04	1.22	1.20	36.00	22.00	0.15	0.08
Máximo	3.86	5.68	2.44	2.20	1.91	2.17	96.00	63.00	0.74	0.50
Media	1.89	2.37	1.60	1.59	1.55	1.62	64.80	40.14	0.37	0.24
Desv. Estandar	0.56	0.94	0.18	0.26	0.15	0.22	12.67	8.67	0.13	0.08
C.V. (%)	0.30	0.40	0.11	0.16	0.10	0.14	0.19	0.22	0.36	0.34

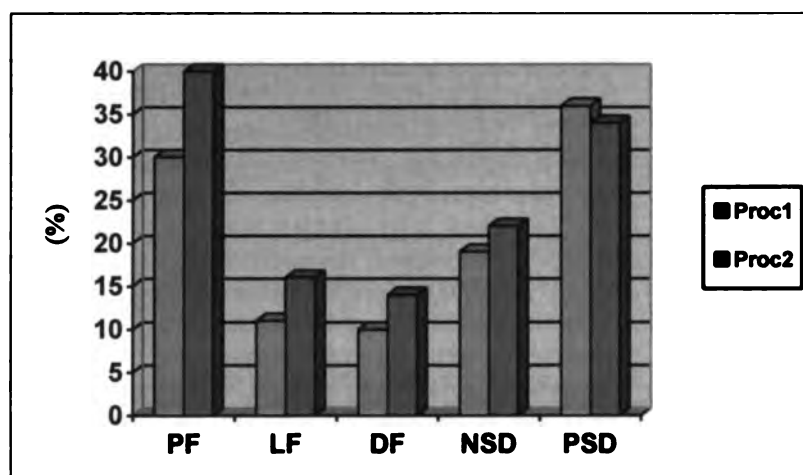


Figura 4. Para PF, LF, DF y NSD, la mayor variación se encuentra en la procedencia 2 (Prusia) y para PSD es mayor en la procedencia 1 (Coris), Costa Rica.

Los valores encontrados en los coeficientes de variación, para las cinco variables en ambas procedencias, se encuentran expresados en la Fig. 4.

Las tendencias muestran gran dispersión, lo que permite establecer que no hay correlaciones (casi de cero) entre PF, LF y NSD, por ejemplo los frutos grandes contienen en general menor número de semillas.

Con respecto al PF hubo variación en el estado de madurez de los frutos, así como en su contenido de humedad; factores que no fueron evaluados ni considerados dentro de los análisis y que posiblemente introdujeron un margen de error.

Aplicación de los resultados: Los usuarios (viveristas, silvicultores, etc) pueden utilizar esta información en la planificación, ya sea de la cosecha de semillas o la producción de plantas en los viveros forestales. Por ejemplo, si se requiere producir 35 000 plantas de *T. rosea*, la pregunta es ¿Cuántos frutos de Roble se requieren para garantizar dicha cantidad de plántulas, sabiendo que estos frutos portan en promedio 160 semillas desarrolladas capaces de germinar?

Los cálculos a realizar son:

1) Si un fruto produce 160 semillas
 X número de frutos producirán 35 000 plantas.
 $X = (35\ 000) (1) / 160 = 219$ frutos

2) De la misma manera podemos establecer la cantidad en peso de frutos, que se necesitan para garantizar ese número de plantas:

El promedio del PF de cada fruto es de 27.6 g.
 X peso de frutos producirán 35 000 plantas
 $X = (27.6\ g) (219) = 6.04\ Kg$

3) Se puede establecer el peso de semilla pura que se necesita para producir esa cantidad de plantas.

El promedio del PSD es de 3.96 g por fruto
 X peso de semilla para producir 35 000 plantas
 $X = (3.96) (219) = 867\ g$

De acuerdo con estos cálculos 219 frutos con un peso aproximado 6.04 Kg. pueden producir alrededor de 867 g de semilla para así obtener en vivero alrededor de 35000

plantas. Se puede establecer una relación de frutos versus semilla pura de 6.9 a 1

Es posible hacer este tipo de ejercicio para las cuatro especies por procedencia, tomando como base los datos que se presentan en los cuadros 4, 5, 6 y 7.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Los datos presentados corresponden a dos procedencias por cada especie, con características eventualmente particulares, en una parte de su distribución natural para tres especies, haciendo la excepción para *Cupressus lusitanica*, por lo que deben ser tomados en cuenta con las consideraciones y restricciones del caso. Los resultados no son concluyentes más bien son de carácter exploratorio.
- En este caso el peso y las dimensiones de los frutos muestran correlaciones leves (casi de cero), evidenciándose una leve tendencia en las gráficas de dispersión. Los frutos de mayor peso y tamaño en las cuatro especies no siempre contienen mayor cantidad de semillas desarrolladas, esto en contraposición con alguna literatura citada.
- Las semillas más grandes se encuentran en los frutos de mayores dimensiones, los que aparentemente son de mejor calidad física.
- Retomando los objetivos planteados al inicio, es posible establecer; rendimientos en las fases de recolección y producción de semillas, que de alguna manera existen relaciones entre el peso, tamaño y número de semillas, que dentro y entre procedencias el comportamiento de los individuos es particular, guardando leves correlaciones, que los datos generados son de gran ayuda en la planificación de la recolección de semillas y la producción de plantas en vivero.
- Tomando en consideración las recomendaciones de Niembro (1995), se trabajó con dos procedencias para cada especie. Es evidente la variabilidad entre y dentro de procedencias, a nivel de individuos, sin embargo se deben tomar en cuenta algunos factores que pudieron haber introducido algún margen de error para el análisis como edad de los individuos, conformación genética, factores ambientales y de sitio.
- No podemos establecer los efectos que la madurez de los frutos y sus contenidos de humedad, puedan haber tenido sobre los análisis finales, ya que estas variables no fueron incluídas en el presente trabajo.

LITERATURA CITADA

Méndez, G.; Trujillo, E. 1994. Rendimiento de frutos y semilla de especies forestales. CATIE. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales. N° 9:9-10.

Niembro R., A. 1995. Producción de semillas de caoba *Swietenia macrophylla*. bajo condiciones naturales en Campeche, México. In Memorias del I Simposio "Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina, Managua, Nicaragua. 16-20 oct. 1995 pag 249-263.

Niembro R., A. 1986. Arboles y arbustos útiles de México. México D.F. Limusa.

Trujillo, E. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá, Colombia. PLANIF. serie N°53.

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.

Efecto de la ubicación del fruto sobre las características de la semilla de *Cupressus lusitanica*.

Paulo Olivas¹
Olman Murillo²

INTRODUCCIÓN

La reforestación en las zonas de altitud media y alta en Costa Rica, se ha desarrollado principalmente con ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) desde hace unos 100 años (Bucarey 1967, en Rodríguez 1997). A la fecha se estima que se han plantado alrededor de 4000 ha, a un ritmo anual que supera las 200 ha. A pesar de su importancia, la inexistencia de fuentes semilleras seleccionadas ha provocado fuertes variaciones en la productividad de la reforestación en el país (Murillo 1992), cuyos resultados podrían crear un efecto negativo en el desarrollo de la reforestación. Con el ciprés en el Valle de El Guarco, Cartago, se obtuvieron diferencias de más de 280% en la cantidad de trozas aserrables de primera y segunda calidad/ha, entre la mejor y peor plantación evaluadas en el estudio (Murillo *et al.* 1996). A pesar de una primera investigación exhaustiva sobre rodales semilleros potenciales con esta especie (Quirós 1988), a la fecha se ha establecido solamente un rodal semillero de menos de 1 ha, en la zona de Coris, Cartago (Murillo *et al.* 1996), así como varios ensayos de campo que incluyen la evaluación de varias procedencias y familias seleccionadas (Montoya 1993; Cornelius y Baeza 1995; Rodríguez 1997), que son aún insuficientes para conformar un programa de mejoramiento genético a largo plazo para el desarrollo de esta especie en el país. Por lo que se ha iniciado recientemente en el país un programa de mejoramiento genético con esta especie, en un esfuerzo entre el Instituto Tecnológico de Costa Rica y la Fundación para el Desarrollo de la Cordillera Volcánica Central.

Además de la inexistencia de programas semilleros, con esta especie se han obtenido bajos porcentajes de germinación que oscilan entre un 10 y un 20% a partir de semilla fresca (CATIE 1997). Sin embargo, si se logra seleccionar la semilla por medio de tamices y el uso de la

flotación en agua, se logra incrementar la germinación en el lote resultante hasta poco más de un 40% (Campos y Ortíz 1989). Pero ninguna de las investigaciones realizadas a la fecha, analiza las posibles variaciones en la calidad física y fisiológica de la semilla, según sea su origen a lo largo de la copa del árbol. Este aspecto es crucial en un programa semillero con especies de fruto dehiscente, ya que normalmente los costos de recolección se incrementan conforme sea necesario escalar hasta el final de la copa del árbol semillero. En especies de polinización anemócora como el ciprés, es de esperar una fuerte variación en la composición genética de la nube de polen que visita los estróbilos femeninos, a distintas alturas dentro de la copa del árbol. Por lo que es posible que aún cuando se produzcan semillas en igual abundancia a lo largo de la copa del individuo, su calidad física y fisiológica no sea la misma debido a problemas de incompatibilidad postzygótica, causados por una mayor tasa de autofertilización o de menor variabilidad genética (Hattemer *et al.* 1993). Por lo tanto, estas investigaciones contribuyen a mejorar los procedimientos de manejo de programas semilleros con este tipo de especies forestales.

MATERIALES Y METODOS

Recolección de las muestras. De 10 árboles de *Cupressus lusitanica* Mill, ubicados en una plantación de 13 años de edad en Lourdes de Agua Caliente, Cartago, se colectó una muestra de conos procedentes de tres partes de la copa: baja, media y alta. Los árboles presentaban una posición sociológica codominante y formaban parte de los individuos recién cortados en el segundo raleo de la plantación, cuya densidad oscilaba entre 600-800 árboles/ha.

La plantación se encuentra a 1400 msnm y ocupa un área aproximada de 80 ha. Los conos se colectaron tratando de cubrir una franja de toda la periferia de la copa, en cada una de las tres secciones; fueron debidamente registrados y almacenados en bolsas de papel selladas para un posterior análisis en el laboratorio. De cinco árboles, se separó, para cada una de las tres secciones, un cono completamente cerrado para posteriores estimaciones de proporción de semillas completas e incompletas por cono.

¹ Estudiante de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica.

² Escuela de Ingeniería Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. OMURILLO@ITCR.AC.CR

Análisis de semillas. Siguiendo las normas ISTA se analizó la germinación de los distintos lotes de semilla. Se establecieron cuatro repeticiones por sección del árbol de 50 semillas cada uno. La semilla se desinfectó superficialmente con alcohol y se colocaron en platos petri con un sustrato de papel absorbente de cocina. El período de observación fue de 37 días y se realizaron los conteos de germinación, cada 2 ó 3 días. Se consideró semilla germinada toda aquella que presentara una radícula observable, de igual o mayor tamaño que la semilla.

Análisis de conos. Se contó el número de semillas completas e incompletas por cono. Se consideraron incompletas todas aquellas semillas de tamaño excesivamente pequeño, sin embrión o con algún otro segmento faltante. Estas semillas se separaron en dos lotes y se colocaron en platos petri (4 repeticiones de 50 semillas) debidamente desinfectados para que germinaran. El período de observación fue de 31 días. En ambos casos las mediciones de germinación se realizaron cada tres días. La energía germinativa (IMD de la germinación) para ambos casos se determinó, sumando el número de semillas germinadas dividido por el número de días transcurridos. Para determinar si había diferencia significativa entre el número o porcentaje de semillas completas e incompletas, según la posición del fruto en la copa, se realizó un análisis de varianza utilizando la hoja de cálculo EXCEL. Adicionalmente se realizó un análisis de Chi-cuadrado, con la misma información.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados señalan una tendencia a mayor germinación en los lotes procedentes de la base de la copa de cada árbol hacia los lotes procedentes de la parte alta. El porcentaje de germinación no estuvo relacionado con el número de semillas incompletas, ya que la sección con menor cantidad de semilla incompleta (parte alta de la copa) presentó la menor germinación. La sección media de la copa presentó más semillas incompletas. En la Fig. 1 se observa la variación de la germinación con respecto a la sección de la copa de donde procede la semilla.

En la Fig. 1 se observa cómo la sección de la copa donde se registró una tendencia de mayor germinación fue en la parte baja (15.5%). Mientras que en la parte media y alta se obtuvo en promedio un 14.43% y 13.38% respectivamente. Este comportamiento se puede atribuir a que dentro de una plantación como ésta, la densidad de la nube de polen disminuye a mayor altura. A causa de esto la mayoría del polen precipita con rapidez y la base de la copa es la que más se beneficia. La época de lluvia también coincide con la época de polinización para esta especie (setiembre), lo cual disminuye las posibilidades de polinización en una especie anemócora como el ciprés.

En términos económicos este podría ser un resultado importante debido a que es más barato recolectar semilla de la sección interior de la copa del árbol que de la sección superior. La prueba de Chi-cuadrado no dio como resultado

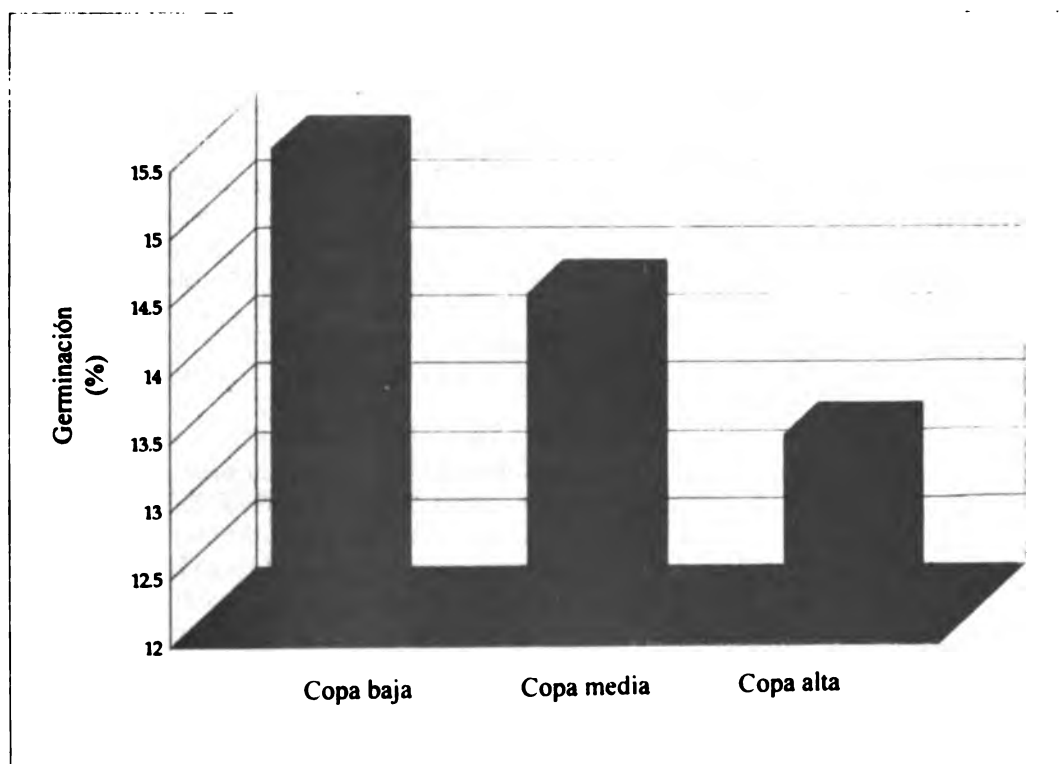


Figura 1. Porcentajes de germinación de *Cupressus lusitanica* según la posición del cono en la copa en Costa Rica.

diferencias significativas en el porcentaje de germinación entre las distintas secciones de la copa.

En cuanto a la energía germinativa en el Cuadro 1 se observa el comportamiento para cada sección de copa.

Cuadro 1. Energía germinativa o incremento medio diario (IMD) de semilla germinada según procedencia del fruto en la copa, para un promedio de 10 árboles de *Cupressus lusitanica* durante 37 días de una plantación de Agua Caliente de Cartago, Costa Rica.

Sección/día	6	9	12	16	20	23	27	37
Base	0.008	0.120	0.374	0.646	0.698	0.624	0.440	0.044
Media	0.000	0.112	0.432	0.642	0.704	0.612	0.332	0.033
Alta	0.000	0.074	0.348	0.612	0.698	0.570	0.274	0.027

La mayoría de las semillas iniciaron su germinación el día 9 y alcanzaron su pico de germinación al día 20. El día de mayor germinación en promedio fue el día 20 y a partir de este día se observó una reducción de la energía germinativa en la germinación de casi la mitad para el día 27 (Cuadro 2).

Para el análisis según posición de cono en la copa, se presentan los resultados de germinación en la Fig. 2.

La semilla proveniente de la base de la copa del árbol presentó mayor germinación de semillas completas (12.4%). Mientras que la semilla incompleta germinó solamente un 1.2%. La semilla completa proveniente de la sección media y alta de la copa germinó un 6.8% y 6.3 % respectivamente, pero su semilla incompleta germinó ligeramente más que la semilla incompleta proveniente de la base de la copa, 3,5% y 3% respectivamente).

Variación del número total de semillas por cono en relación con la sección de la copa de donde procede (Fig. 3).

La cantidad total de semillas por cono evidencia un aumento desde la base hasta los conos de la parte alta de la copa (Fig.3). Sin embargo, la semilla proveniente de los conos de la parte alta mostró una tendencia de menor germinación (Fig. 1), a pesar de contar con el menor porcentaje de semillas incompletas (Fig. 4). Sin embargo, el análisis de varianza no detectó diferencias significativas en el número total de semillas, según la ubicación del cono en la copa (Cuadro 3). Por tanto, esta información sugiere que la recolección de semilla se realice en los conos de la parte baja, debido a que no hay diferencias significativas en la cantidad de semillas, pero presentan una tendencia de un mayor porcentaje de germinación.

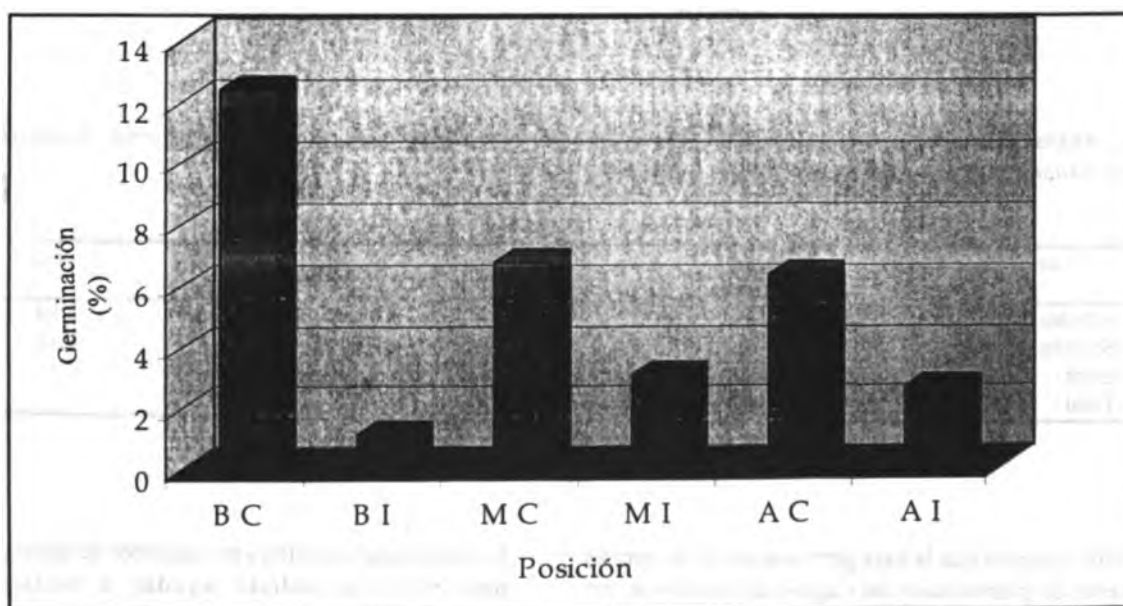


Figura 2. Porcentajes de germinación según posición del cono en la copa, tanto para semilla completa como incompleta, en una plantación de *Cupressus lusitanica* de Agua Caliente de Cartago, Costa Rica. (B = Base; M = Media; A = Alta; C = Completa; I = Incompleta)

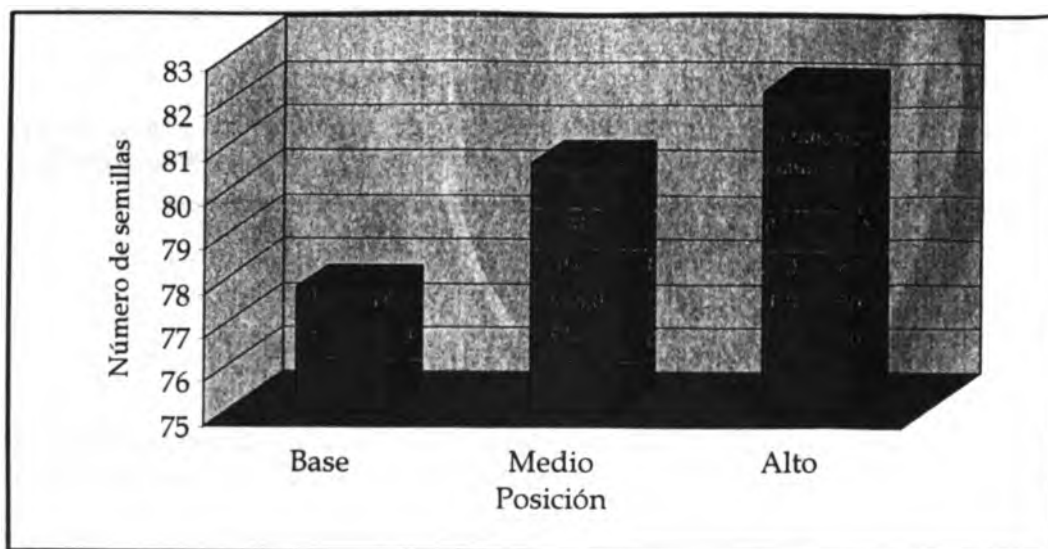


Figura 3 Número total de semillas por cono según su localización en la copa del árbol de *Cupressus lusitanica* de una plantación de Agua Caliente de Cartago, Costa Rica.

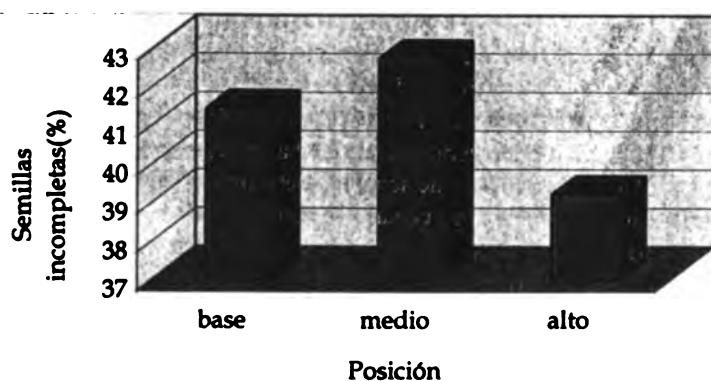


Figura 4. Porcentaje promedio de semillas incompletas por cono, según ubicación del cono en la copa de árboles de *Cupressus lusitanica*, de una plantación en Agua Caliente de Cartago, Costa Rica.

Cuadro 3. Análisis de varianza entre el número total de semillas por cono según ubicación en la copa del árbol, en una plantación de *Cupressus lusitanica* de Agua Caliente de Cartago, Costa Rica.

Fuente de variación	Suma cuadrados	GL	Cuadrados medio	F	Probabilidad.	F tabular
Arboles	1616.4	4	404.10	2.02	0.18	3.84
Sección de copa	49.6	2	24.80	0.12	0.89	4.46
Error	1600.4	8	200.05			
Total	3266.4	14				

Estos datos sugieren que la baja germinación de la semilla proveniente de plantaciones de *Cupressus lusitanica* no se puede atribuir únicamente a la proporción de semilla incompleta en el lote. Otros factores como la madurez

fisiológica de la semilla y mecanismos de incompatibilidad post-zygótica podrían ayudar a esclarecer este comportamiento.

CONCLUSIONES

No se encontraron diferencias significativas entre el porcentaje de germinación de la semilla proveniente de la parte baja, media y alta del árbol. Al no haber diferencia en germinación de la semilla entre las secciones de la copa, se podría colectar la semilla de la parte baja de la copa y disminuir drásticamente el costo de recolección. El porcentaje de germinación no se atribuye únicamente al número total de semillas por cono ni a la proporción de semillas incompletas. La baja tasa de germinación de esta especie se podría explicar en parte por algunos de los fenómenos de incompatibilidad post-zygótica conocidos. La reducida base genética y el probablemente alto nivel de consanguinidad presente en las plantaciones de esta especie en Costa Rica, podrían también contribuir a explicar los patrones de germinación observados. A pesar de que los conos de la sección basal de la copa presentaron una tendencia a producir un menor número de semillas, su porcentaje de germinación tiende a ser el mayor de las tres secciones de la copa.

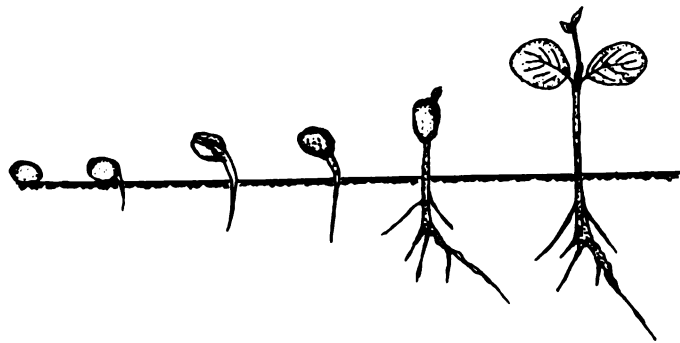
BIBLIOGRAFIA

- Campos, C.H.; Ortiz, M.E. 1989. Efecto del tamaño de la semilla de Ciprés (*Cupressus lusitanica*) y Jaúl (*Alnus acuminata*) en su germinación y crecimiento inicial de las plantas a nivel de viveros. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Depto. de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. 43 p.
- CATIE. 1997. *Cupressus lusitanica* Mill. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales No. 20.
- Cornelius, J. & Baeza, O. 1995. Familias superiores de *Cupressus lusitanica* en Costa Rica. CATIE. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No 11: 7-10.
- Hattermer R, H.H.; Bergmann, F. & Ziehe, M. 1993. Einführung in die Genetik für Studierende der Forstwissenschaft. J.D. Sauerländer's Verlag. Frankfurt am Main. 492 p.
- Montoya R., A. 1993. Comportamiento juvenil de ocho fuentes de germoplasma de *Cupressus lusitanica* Mill., en dos sitios de Costa Rica. Informe de práctica de especialidad. Cartago, Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Depto. de Ing. Forestal. Cartago, Costa Rica. 98 p.
- Murillo, O. 1992. Necesidad de programas de producción de semilla mejorada para la reforestación en Costa Rica. In: II Congreso Forestal Nacional. 25-27 noviembre 1992. San José, Costa Rica. Pp.7-9.
- Murillo, L.F.; Hernández, X.; Murillo, O. 1996. Evaluación de la calidad de plantaciones de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en el Valle de El Guarco, Cartago, Costa Rica. Agronomía Costarricense 20(1): 17-23
- Quirós, R. 1988. Selección de rodales semilleros de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en el Valle Central de Costa Rica. Tesis Lic. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 83 p.
- Rodríguez M., J.A. 1997. Evaluación de un ensayo de progenies de ciprés (*Cupressus lusitanica* Miller) en tres sitios de Costa Rica. Tesis Lic. Escuela de Ciencias Ambientales. Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. 149 p.



Tema IV

Germinación y almacenamiento de semillas forestales



Protocolo de germinación para *Tectona grandis* L. en laboratorio.

William Vázquez¹

INTRODUCCIÓN

Teca (*Tectona grandis* Linn. f), es una especie indígena del sur y sureste de la región de Asia, ocurriendo en varios países como Myanmar, Tailandia, Laos y Java en Indonesia (CATIE 1991).

Teca es de las maderas mejor conocidas en el mundo, por sus características favorables, como grano fino, color, figura, durabilidad a condiciones climáticas, insectos y hongos (Kaosa-ard 1994).

Debido al alto precio de su madera en el mercado y a su rápido crecimiento (Vásquez y Ugalde 1995) la especie ha sido introducida en los programas de reforestación nacional desde Guatemala hasta Panamá, sustituyendo otras especies importantes como pochote (*Bombacopsis quinatum*) y *Gmelina arborea*, entre otras.

Para la cosecha 1998 - 99, fue certificado un total de 4100 kg aunque existen áreas productoras de semilla autorizada con capacidad para producir hasta 10.000 kg (Miguel Chacón, Oficina Nacional de Semillas, Com. pers., Agosto 1999).

Botánicamente, la semilla de teca es un fruto seco que se clasifica como una drupa. El fruto está formado por una capa externa como de papel (pericarpio), el cual normalmente es eliminado durante el procesamiento, una capa intermedia delgada como de corcho (mesocarpo) y un hueso interior o endocarpo. Dentro del mesocarpo existen cuatro compartimientos que contienen de 0 a 4 semillas (normalmente 1 a 2) (Kaosa-Ard 1994).

Según Janchai (1982), citado por Kaosa-Ard (1994), la viabilidad de las semillas de teca varía desde 40 hasta 85% dependiendo de factores como tamaño de la semilla, fuente semillera, año de recolecta, condiciones climáticas durante la floración y fructificación.

El ISTA (1996) indica, para el análisis de germinación en semilla de teca, a nivel de laboratorio, lo siguiente: "sumergir la semilla en agua tres días y dejar que seque, repitiendo seis veces, sembrar en arena, utilizar una temperatura de 30 °C, iniciar el primer conteo a los 14 días y finalizar a los 28; no indica necesidades de luz.

A pesar de que el ISTA (1996) desde 1976 tiene definido este protocolo de germinación, uno de los problemas que ha afrontado el programa de certificación de semillas forestales en Costa Rica, son las grandes diferencias en los resultados de germinación entre laboratorios; los cuales deben ser utilizados en los reportes oficiales que brinda la ONS para certificar la calidad física. Utilizando el tratamiento ISTA, cuya interpretación además es confusa, las germinaciones logradas siempre estuvieron por debajo de 60%; actualmente, para un mismo lote de semillas, el laboratorio de semillas del CATIE ha reportado germinaciones del 85% mientras el laboratorio oficial (CIGRAS²) ha reportado solo 60 %, utilizando los resultados del ensayo que se presenta en este trabajo.

METODOLOGIA

Se utilizó semilla de teca procedente de una fuente seleccionada de San Juan de Santa Cruz de Nicoya, latitud norte de 10° 05, longitud Oeste de 85° 35, una altitud de 35 msnm y precipitación media anual de 1900 mm. Se recolectó entre diciembre 96 y enero del 97 (lote B1059/96). Dicha fuente, autorizada por la ONS tenía 12 años de edad. Una prueba inicial de germinación del lote, utilizando el procedimiento ISTA dió como resultado un contenido de humedad del 12%.y una germinación del 65%.

Se aplicó un total de cinco tratamientos pregerminativos:

1. Cinco días en agua durante la noche y sol durante el día (Técnica del agricultor).
2. Semillas en papel "king pack" colocadas en el horno 5 días a 45°C, aplicando agua cada 2 horas y agua en la noche.
3. Dejar las semillas 48 horas a 80°C, luego poner en agua 4 horas y sembrar.

¹ Silvicultor, Jefe del Banco de Semillas Forestales del CATIE.

² Centro de Investigación en granos y semillas de la Universidad de Costa Rica.

4. Perforar la semilla con cautín (pirógrafo) en el extremo opuesto del embrión, colocar las semillas en agua 24 horas y sembrar.

5. Tratamiento recomendado por ISTA que consiste en dejar las semillas en agua durante 3 días, secar y repetir el procedimiento seis veces. Es decir, 18 días en agua, cambiando el agua cada día y luego sembrar.

Se utilizaron dos sustratos: tierra y arena, ambos colados en zaranda de un cuarto y esterilizados con formalina al 5% (50 ml de formalina por galón de agua).

Se utilizaron tres periodos de luz: 0, 12 y 24 horas y tres temperaturas de 24, 28 y 32 °C.

Se utilizó un diseño completamente al azar con un total de 90 tratamientos con cuatro repeticiones de 50 semillas cada una.

Debido al número de tratamientos y al tamaño de los

Basados en el anovar, para los tratamientos del Cuadro 1, las fuentes de variación que tuvieron efecto significativo sobre la germinación total fueron los tratamientos pregerminativos ($P=0.0001$), la luz ($P=0.04$) y la temperatura ($P=0.0001$). No hubo diferencias significativas entre los sustratos usados ($P=0.8465$) ni entre las repeticiones ($P=0.8628$).

La Fig. 1 muestra el efecto de cada uno de los cinco tratamientos pregerminativos sobre la germinación total acumulada, siendo los dos mejores tratamientos el Cautín y el del Agricultor.

La Fig. 2 muestra el efecto de estos dos mejores tratamientos sobre la velocidad de germinación diaria y promedio. La velocidad mayor de germinación diaria se alcanzó al día 13 con 1.6 plantas diarias y la velocidad máxima promedio se alcanzó al día 7 con casi dos plantas por día a esta edad.

Cuadro 1. Análisis de varianza para la germinación total de *Tectona grandis*, bajo tres fuentes de variación. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Fuente Variación	gl	Cuadrados Medios del Error	Prueba de F	Probabilidad
Tratamientos	4	30457.55	100.52	0.0001
Sustratos	1	11.38	0.04	0.8465
Luz	2	954.01	3.15	0.0441
Temperatura	2	19322.68	63.77	0.0001
Repeticiones	3	75.11	0.25	0.8628

germinadores marca Gram modificados para controlar luz y temperatura automáticamente, el ensayo fue ejecutado en tres etapas de 30 tratamientos cada una, cuya germinación fue anotada por 30 días. El ensayo fue iniciado en agosto de 1997 y finalizó en marzo de 1998.

Los datos fueron grabados en una hoja electrónica Excel y analizados utilizando los paquetes estadísticos SAS (1998). Para el análisis, se hicieron gráficos, se estimaron las medidas de tendencia central, análisis de varianza y prueba de tukey para cuantificar las diferencias entre tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSION

El análisis de varianza (anovar) para el modelo general utilizado, el cual mostró un promedio general de germinación del 29.8 % (Cuadro 2), logró extraer un 60 % de la variación total (R^2) con un 58 % de coeficiente de variación, siendo considerado altamente significativo ($P=0.0001$).

El Cuadro 2 presenta los promedios de inicio de germinación, germinación diaria y la prueba de Tukey para la germinación total en porcentaje.

De acuerdo con la prueba de Tukey las mejores condiciones para germinación de teca en laboratorio en este ensayo fueron semilla tratada con cautín, puesta en cámara de germinación a una temperatura de 32°C y 0 horas de luz, en sustrato de arena previamente esterilizado. Kaosa-ard (1994) indica que la luz afecta positivamente la germinación de teca, contrario a los que se encontró en este ensayo. También indica que muchos trabajos sobre germinación de teca muestran resultados variables.

Respecto al inicio de la germinación, los tratamientos también mostraron su efecto, iniciando a los 4 días cuando se utilizó cautín y hasta 6 días con el tratamiento de Horno 5 días.

Desde el punto de vista práctico a nivel de la aplicación de este protocolo, es importante mencionar que a pesar de

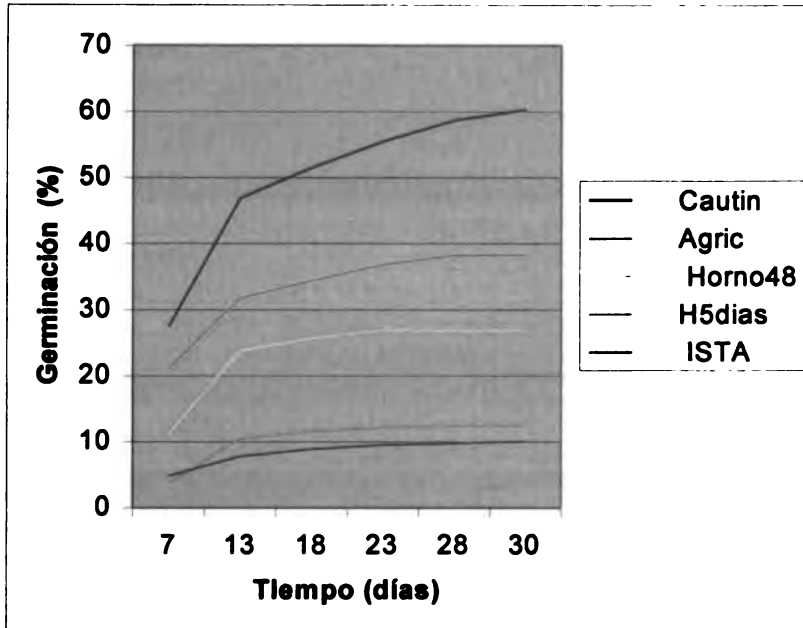


Figura 1. Efecto de cinco tratamientos pregerminativos sobre la germinación total acumulada en *Tectona grandis* a nivel de laboratorio. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

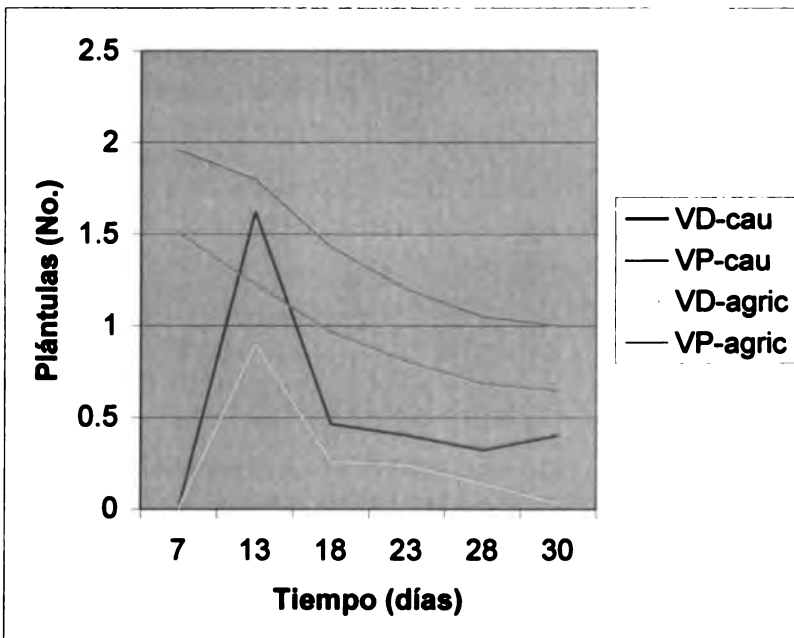


Figura 2. Velocidad de germinación diaria (VD) y promedio (VP) para plántulas de *Tectona grandis* bajo los dos mejores tratamientos pregerminativos (Cautín y Agricultor). CATIE, Turrialba, Costa Rica.

que se ha utilizado el mismo método, para lotes autorizados del programa de certificación, los análisis de germinación de un mismo lote de semillas realizados por el CIGRAS y por el CATIE, muestran resultados de germinación que varían del 60 al 85%, debido a las diferentes condiciones de las cámaras de germinación y los laboratorios, aspecto este que también debe estandarizarse.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- ❖ De los cinco tratamientos pregerminativos probados se puede recomendar el uso del cautín, remojo por 24 horas, 32 °C, cero horas luz y siembra en arena esterilizada.

Cuadro 2. Promedios de inicio de germinación, germinación diaria y total por fuente de variación para *Tectona grandis* y prueba de Tukey al 5% para la germinación total, en CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Fuente Variación	Iger.	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Germ.
Tratamientos								
Cautin	4.0 (0)	13.7(8.6)	9.7 (5.8)	2.3 (2.6)	2.0 (1.9)	1.6 (1.7)	0.8 (1.1)	60.4 (18.6)A
Agricultor	4.2 (0.4)	10.5 (10.5)	5.4 (5.8)	1.3 (2.7)	1.2 (2.0)	0.7 (1.2)	0.05 (0.28)	38.5 (26.5)B
Horno48	5.1 (0.88)	5.6 (5.8)	6.3 (9.2)	0.96 (1.2)	0.61 (1.0)	0.01 (0.12)	0.0 (0.0)	27.1 (24.1) C
Horno 5días	6.1 (2.5)	1.8 (2.1)	3.4 (6.1)	0.55 (1.5)	0.31 (0.82)	0.08 (0.28)	0.0(0.0)	12.3 (2.5) D
ISTA	5.2 (1.5)	2.4 (3.7)	1.5 (2.7)	0.53 (1.0)	0.32 (0.9)	0.12 (0.4)	0.14 (0.48)	10.6 (14.2) D
Sustratos								
Arena	4.9 (1.6)	7.0 (8.5)	5.2 (6.8)	1.0 (1.6)	0.8 (1.5)	0.45 (1.0)	0.2 (0.5)	29.06 (26.8) A
Tierra	4.9 (1.5)	6.5 (8.0)	5.5 (6.7)	1.2 (2.1)	0.9 (1.6)	0.6 (1.1)	0.2 (0.7)	29.9 (27.8) A
Horas Luz								
00	1.9 (0.3)	7.0 (9.0)	5.1 (6.8)	1.8 (2.9)	1.3 (2.1)	0.6 (1.1)	0.1 (0.3)	32.0 (27.9) A
12	4.9 (1.6)	6.8 (8.4)	6.3 (7.2)	0.6 (0.9)	0.6 (1.2)	0.5 (1.3)	0.3 (0.9)	30.6 (29.4) B
24	4.4 (0.6)	6.5 (7.3)	4.5 (6.3)	0.9 (1.5)	0.7 (1.1)	0.3 (0.7)	0.1 (0.4)	26.6 (24.1) C
Temperatura (°C)								
24	5.0 (1.5)	2.4 (3.2)	4.6(6.4)	0.7(1.5)	0.7(1.1)	0.2(0.6)	0.1 (0.3)	17.6 (19.5)C
28	4.8(1.6)	5.6(6.1)	5.5(7.3)	1.6(2.9)	1.1(2.5)	0.5(1.1)	0.1(0.3)	28.9 (27.4)B
32	4.8(1.6)	12.4(10.2)	5.9(6.7)	1.0(1.3)	0.9(1.3)	0.8(1.4)	0.4(0.9)	42.8 (28.2)A
Total	4.9(1.6)	6.8(8.2)	5.3(6.8)	1.1(2.0)	0.9(1.6)	0.5(1.1)	0.2(0.6)	29.8(27.3)*

* Promedio general de germinación.
()Desviación estándar.

- ❖ El tratamiento del agricultor de colocar la semilla en agua durante la noche y al sol durante cinco días dio resultados similares y puede ser utilizada en forma práctica en la producción de plantas en vivero.
- ❖ El tratamiento recomendado por ISTA no es claro y si se aplica como se ha utilizado en el BSF del CATIE . Los resultados no fueron positivos.
- ❖ Vale la pena estandarizar los equipos o cámaras de germinación y llevar a cabo capacitaciones y réplicas entre laboratorios para estandarizar los procedimientos.

AGRADECIMIENTO

Al Sr. Alfonso González quien colaboró en la toma de datos y la grabación electrónica de la información. Al Sr. Gustavo López quien apoyó en el análisis de la información.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE. 1991. Teca, *Tectona grandis* L.f. especie de árbol de uso multiple en América Central. Chaves, E. y Fonseca, W. Edit. Turrialba, Costa Rica. 47p.
- Kaosa-Ard, A. 1994. *Tectona grandis* Linn, Nursery Technics. DFSC, Seed Leaflet No. 4 A.
- ISTA. 1996. International Rules for Seed Testing Rules 1996. Zurich, Switzerland. Vol. 24, Supplement. 335p.
- SAS. Institute Inc. 1998. SAS System for windows, Version 6.12. Cary NC: SAS Institute. 846p.
- Vásquez C, W; Ugalde A..L. 1995. Crecimiento y calidad de sitio para *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Bombacopsis quinata* y *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en la Región Chorotegea, Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, CATIE. Serie Técnica, Informe Técnico No. 256. 32 p.

Determinación de la viabilidad de las semillas de *Juglans nigra* a través de imágenes obtenidas usando Tomografía Computarizada y Resonancia Magnética.

J.A. Vozzo, PhD¹,
Ramesh Patel, M.D.²,
Allen Terrel, C.R.T.²

INTRODUCCION

La obtención de imágenes mediante el uso de resonancia magnética (RM) es una técnica no destructiva que puede ser utilizada en semillas. Esta técnica permite localizar los protones (nucleo de los iones de hidrógeno) que conforman las moléculas de agua y las cadenas de ácidos grasos, permitiendo crear imágenes que ayudan a interpretar la fisiología de las semillas. Las propiedades fisiológicas de las semillas tales como latencia (Vozzo y Young 1993), cualidades potenciales del embrión (Vozzo y Song 1989) y anomalías del embrión (Vozzo 1973) son características que pueden ser estudiadas por esta vía.

Halloin, Cooper, Potchen y Thompson (1993) estudiaron la distribución de los lípidos en las semillas de pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch), usando imágenes obtenidas mediante RM. Vozzo (1996) usó la técnica de RM y resonancia magnética nuclear (RMN), para determinar el contenido de agua y lípidos en las semillas de walnut negro (*Juglans nigra* L.), relacionándolos luego con su viabilidad. Otros autores han usado exitosamente la técnica de RM en diferentes semillas de especies agrícolas (Foucat, Chavagnat, Renou 1993).

MATERIALES Y METODOS

La semilla de walnut negro se caracteriza por tener aproximadamente 30mm de largo, con cotiledones, eje embrionario y testa claramente definidos. Las semillas

utilizadas en este estudio fueron colectadas en la ciudad de Starkville, situada en la parte central-este del estado de Mississippi (ubicado en el sur-este de USA). Después de haber eliminado el pericarpio, las semillas fueron rápidamente almacenadas en seco a 4°C hasta el momento de los análisis. Las semillas fueron radiografiadas, mediante radiografía convencional (RC) a 30 kVp, 3 mA, 180 sec a 65 cm con película Kodak3 Industrex tipo M, el cual fue develado manualmente. Cada semilla fue individualmente identificada para la posterior obtención de imágenes mediante la técnica de RM, así como para la determinación de la germinación. Inicialmente, las semillas con embriones bien desarrollados fueron embebidas en agua por 24 horas y luego sometidas a RM, tomografía computarizada (TC) y espectroscopia por RMN. Posteriormente para las pruebas de germinación las semillas fueron pretratadas; estratificándolas por 90 días a 4°C dentro de bolsas plásticas negras húmedas. Las pruebas de germinación fueron conducidas en cajas de germinación con papel kimpack³ húmedo. Durante el proceso de germinación fueron aplicados regímenes de temperaturas alternas de 20° C y 30° C, con períodos de 8 horas de luz durante 30° C y 16 horas de luz durante 20° C (Brinkman 1974). Después del proceso de estratificación las semillas fueron expuestas nuevamente a RM.

RESULTADOS

Las semillas examinadas usando RC fueron fácilmente divididas en dos grupos basados en la densidad de las radiografías; semillas vacías (embriones no suficientemente desarrollados) y semillas con embriones bien desarrollados. Los experimentos iniciales mostraron que las semillas clasificadas como vacías mediante RC, fueron también clasificadas como vacías cuando se usaron las técnicas de TC y RM. Estas semillas clasificadas como vacías, generalmente no germinaron después de haber sido expuestas al proceso de estratificación. Por esta razón los estudios siguientes de TC y RM se realizaron solo con aquellas semillas que habían sido clasificadas como de embriones bien desarrollados durante los estudios de RC.

¹ U. S. Department of Agriculture-Forest Service, Starkville, Mississippi,

² University Medical Center, Department of Radiology, Jackson, Mississippi.

³El uso de nombres comerciales en este artículo es solo para información de los lectores. Esto no constituye ninguna recomendación o aprobación oficial por el Departamento de Agricultura, de los productos o servicios mencionados.

En este estudio se pudo demostrar que existe una relación entre la anatomía (TC) y la fisiología (RM) denotada por la interrelación que hay entre la densidad y la distribución de los protones de las semillas.

Reconstrucciones seriadas a través de computadora generaron imágenes a tres dimensiones, ilustrando la localización y densidades de las principales partes de la semilla: testa, cotiledones y embrión. Aplicación de color artificialmente asignado por distribución de rangos de energía espectral permitió la separación de las formas oscuras que de otra manera no eran visibles. Comparando tanto las semillas vacías, como las llenas pero no germinables, con las llenas y germinables, se determinó una clara distinción basada en la cantidad y localización del color verde aplicado. La energía de longitud de onda del color verde representa la mínima viabilidad de la semilla para germinar, cuando se asignó densimétricamente a los niveles de gris obtenidos con radiografía TC. Las semillas vacías mostraron trazos o ninguna coloración verde. Las semillas llenas pero no germinables, mostraron un poco más de coloración verde. En tanto que las llenas y germinables, fueron distinguidas rápidamente por mostrar abundante coloración verde (Fig. 1).

Con el propósito de definir las densidades representadas por longitud de ondas del color verde, las imágenes obtenidas por RM muestran una distribución móvil de los

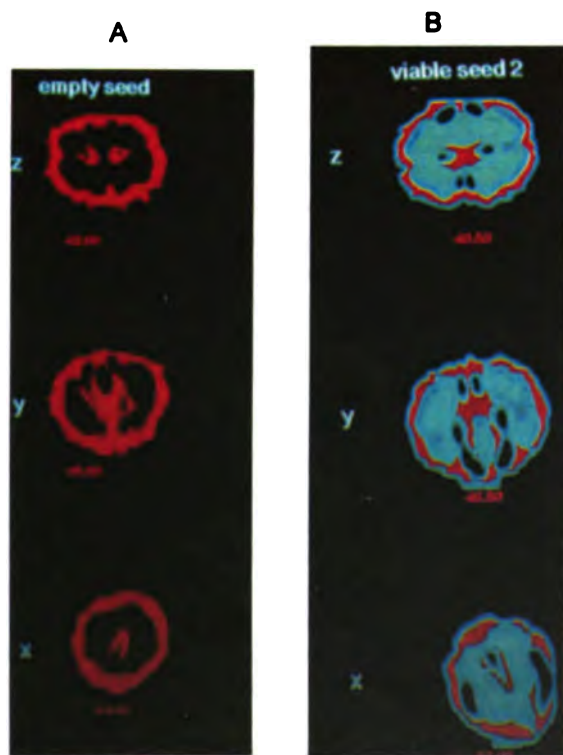


Figura 1. Tomografía computarizada de las semillas de *Juglans nigra*. A. vacía, no viable; B. Llena, viable.

protones del núcleo de hidrógeno (H). Comparando los patrones de densidad obtenidos con la técnica de TC, con la distribución de protón obtenida con la técnica de RM, la coloración verde representa la localización del contenido de agua y de las largas cadenas de lípidos presentes en las semillas

Inicialmente, RM daba una imagen conjunta tanto de los protones del agua como de los protones de los lípidos (Fig. 2). Posteriormente, sin embargo, ha sido posible separar las dos entidades alterando las constantes de relajación, lo cual implica una diferencia en el tiempo de relajación de los lípidos y del agua (Fig. 3). Las imágenes resultantes verificaron que los protones de los lípidos y los del agua fueron los factores más importantes en conformar la intensidad de la imagen.

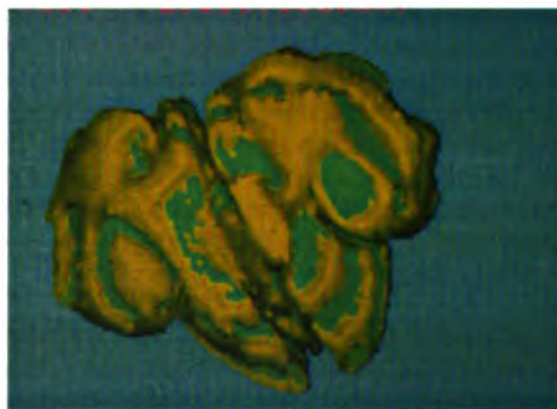


Figura 2. Representación de la disponibilidad de agua y ácidos grasos en las semillas de *Juglans nigra* usando resonancia magnética.

Las imágenes adquiridas después del proceso de estratificación de las semillas fueron más intensas que las adquiridas antes de la estratificación. La intensificación de las imágenes se puede explicar por el incremento en los contenidos de agua y grasa ocurrido durante el proceso de estratificación (Fig. 4). Este incremento es interesante porque refleja no solo la cantidad si no también la distribución interna de los ácidos grasos y del agua. La unión de las moléculas de agua como resultado de las estratificación fue descrita por Faust, Liu, Millard, Stute (1991).

Los resultados de germinación indican que todos los embriones que mostraban cantidad mínima y distribución de lípidos (como lo indicaron las imágenes obtenidas antes del proceso de estratificación) fallaron en germinar.

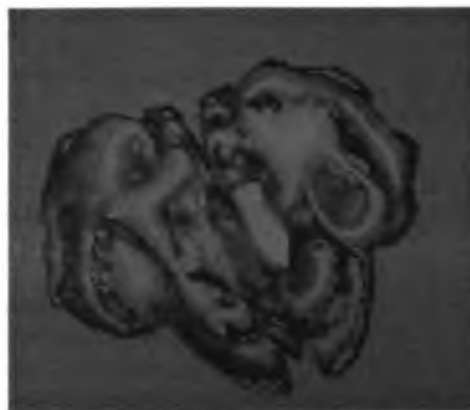
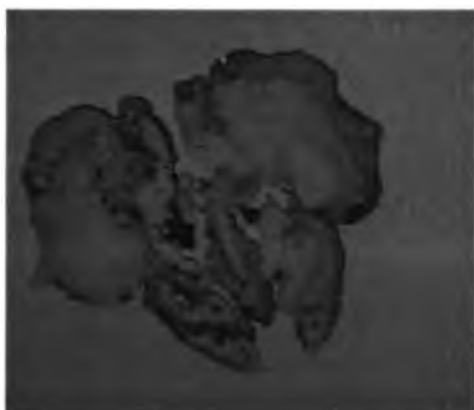


Figura 3. Imágenes de las semillas de *Juglans nigra* obtenidas por resonancia magnética

- A. Movimiento en la distribución de los protones del hidrógeno del agua;
- B. Movimiento en la distribución de los protones del hidrógeno de los ácidos grasos.



Figura 4. Imágenes de las semillas de *Juglans nigra*, obtenidas por resonancia magnética.

- A. Distribución de los protones del agua en las semillas antes del proceso de estratificación;
- B. Distribución de los protones del hidrógeno del agua en las semillas después del proceso de estratificación;
- C. Distribución de los protones del hidrógeno de los ácidos grasos en semillas antes del proceso de estratificación;
- D. Distribución de los protones de hidrógeno de los ácidos grasos en las semillas después del proceso de estratificación.

DISCUSION

La relación entre abundancia de protones, disminución en las constantes de protón, el papel de los instrumentos usados, y la intensidad de las imágenes obtenidas, ha sido discutida detalladamente por Werhli, *et al* (1983); Halloin, *et al* (1994); y MacFall, *et al* (1994). Como resultado final de esta interacción se puede apreciar que los componentes con mas alta constante de relajación (T2) proveen proporcionalmente, la mayor contribución en la adquisición de imágenes intensas. Al momento de obtener los datos para la conformación de las imágenes, la selección de una frecuencia de resonancia con un rango común a la frecuencia de resonancia del agua y la de los lípidos, hace que ambos componentes contribuyan a la intensidad de la

imagen. Sin embargo, las diferencias en las constantes de relajación (T2) y el tiempo de relajación del agua y de los lípidos, permite la separación del aporte de los dos componentes a la intensidad de las imágenes obtenidas. En este estudio se determinó que los lípidos fueron mayormente responsables por la intensidad de las imágenes de los embriones.

Las imágenes adquiridas después del proceso de estratificación fueron mas intensas que las adquiridas antes del proceso de estratificación de las semillas. Faust *et al* (1991) mencionan que este cambio puede ser atribuido al incremento en el tiempo de relajación de los protones,

conjuntamente con los cambios atribuidos a la desasociación de las moléculas del agua como resultado de la vernalización. En este estudio el incremento en la intensidad de las imágenes se puede relacionar indudablemente con el aumento en la disponibilidad de las moléculas de agua, ya que ningún exceso de lípido pudo ser detectado en el espectro del embrión obtenido por RMN después de aplicar el proceso de estratificación a las semillas.

Previamente los datos de germinación mostraron que todos los embriones (28 de 54 semillas) que habían perdido una cantidad significativa de lípidos, demostrado en el espectro por RMN y por las pobres imágenes obtenidas por RM antes del proceso de estratificación, fallaron en germinar. También muchos de los embriones (14 de 54 semillas) que exhibieron un espectro "normal" y que mostraron imágenes intensas en RM no germinaron. Sin embargo, cuando se detectaron suficientes lípidos en el espectro por RMN, fue imposible diferenciar entre los embriones germinables y no germinables antes o después del proceso de estratificación (Vozzo *et al.* 1960).

La densidad de los tejidos se pueden estudiar con procedimientos de radiografía convencional, lográndose buenas interpretaciones de la estructura y de los daños en las semillas. Como herramienta para el control de calidad, esta técnica esta limitada a una observación general para distinguir entre semillas con embrión bien desarrollado y aquellas con embrión poco desarrollado o sin el RC puede ser también útil para detectar semillas infestadas con insectos y semillas mecánicamente dañadas. Por otra parte la técnica de TC provee imágenes en un solo plano las cuales permiten la interpretación por estratos de los tejidos densamente estructurados. La hidratación afecta la interpretación de las imágenes obtenidas por RC y TC, debido a que el agua es por naturaleza un agente radioopaco. Sin embargo, el agua es un elemento esencial tanto para el proceso de germinación como para el proceso de almacenamiento. Finalmente, la técnica de RM da una ventaja en la interpretación del movimiento interno del agua. La correlación descrita en este estudio usando semillas de walnut son también válidas para detectar y localizar agua y largas cadenas de lípidos en otras semillas.

La obtención de imágenes a través de RM brinda una técnica alternativa a la radiografía convencional para el estudio no destructivo de los embriones de semillas (Foucat *et al.* 1993) Esta tecnología da imágenes de alta resolución de los tejidos vegetales (Connelly *et al.* 1987; Veres *et al.* 1991) y tiene además la ventaja potencial de dar información fisiológica importante de los tejidos en estudio. Cambios de la disponibilidad del agua en las yemas del árbol de manzana durante la vernalización, un proceso muy parecido a la estratificación, fueron demostrados con RM por Faust *et al.* (1991). Gussoni *et al.* (1993) y Halloin *et*

al. (1993) usaron RM para demostrar la estructura y distribución de los lípidos en semillas de oliva (*Olea europaea* L.) y pecan (*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch), respectivamente.

En la industria del walnut, por ejemplo, con esta técnica se puede identificar la cantidad y distribución de los depósitos de aceites (largas cadenas de ácidos grasos) en semillas de diferentes fuentes. Por lo que esta técnica puede ser utilizada para la selección entre varios grados/calidades del walnut comercializado para la producción de alimentos.

El control de calidad se puede basar en la cuantificación del estado y estatus del contenido de agua interna. Específicamente, TC y/o RM pueden ser procedimientos beneficiosamente usados para determinar la germinación potencial en semillas de walnut. TC no solamente provee una clara definición de los gradientes de densidad relacionados con la viabilidad de las semillas, sino que también es altamente confiable para medir estructuras internas (con una precisión dentro de 0.25 mm). Ninguna de estas técnicas, TC o RM son destructivas para las muestras en estudio y ambas son de gran ayuda y tienen aplicación práctica en control de calidad de las semillas.

REFERENCIAS

- Brinkman, K. A. 1974. *Juglans L.* In: Seeds of Woody Plants (coord. C. S. Schopmeyer), Washington, DC. USDA Forest Service, Agricultural Handbook 450, p. 454-459.
- Connelly, A., Lohman, J. A. B., Loughman, B. C., Quiquampoix, H., y Ratcliffe, R. G. 1987. High resolution imaging of plant tissues by NMR. *Journal of Experimental Botany* 38:1713-1723.
- Faust, M. Liu, D., Millard, M. M., y Stutte, G. W. 1991. Bound versus free water in dormant apple buds---a theory for endodormancy. *HortScience* 26:887-890.
- Foucat, I., Chavagnat, A., y Renou, J. P. 1993. Nuclear magnetic resonance microimaging and x-radiography as possible techniques to study seed germination. *Scientia Horticulture* 55:323-331.
- Gussoni, M., Greco, F., Consonni, R., Molinari, H., Zannoni, G., Bianchi, G., y Zetta, L. 1993. Application of NMR microscopy to the histochemistry study of olives (*Olea europaea* L.). *Magnetic Resonance Imaging* 11:259-268.
- Halloin, J. M., Cooper, T. G., y Potchen, E. J. 1994. Magnetic resonance imaging, a technology for noninvasive plant analysis. In: *Research and Applications of Chemical Sciences in Forestry* (comp. J. A. Vozzo). New Orleans, LA. USDA Forest Service, General Technical Report SO-104. p. 1-9.

-
- Halloin, J. M., Cooper, T. G., Potchen, E. J., y Thompson, T. E. 1993. Proton magnetic resonance imaging of lipid in pecan embryos. *Journal of the American Oil Chemists Society* 70:1259-1262.
- MacFall, J. S., Spaine, P., Doudrick, R., y Johnson, G. A. 1994. Alterations in growth and water-transport processes in fusiform rust galls of pine determined by magnetic resonance microscopy. *Phytopathology* 84:288-293.
- Veres, J. S., Cofer, G. P., y Johnson, G. A. 1991. Distinguishing plant tissues with magnetic resonance microscopy. *American Journal of Botany* 78:1704-1711.
- Vozzo, J. A. 1973. Germination analyses of excised embryo cylinders and whole acorns of water oak. New Orleans, LA. USDA Forest Service, Research Note SO-153. 3 p.
- Vozzo, J. A. 1988. Seed radiography. *Materials Evaluation* 46(11):1450-1455.
- Vozzo, J. A., Halloin, J. M., Cooper, T. G., y Potchen, E. J. 1996. Use of NMR spectroscopy and magnetic resonance imaging for discriminating *Juglans nigra* L. seeds. *Seed Sci. and Technol.* 24:457-463.
- Vozzo, J. A., y Song, M. J. 1989. High-voltage electron microscopy of cell walls in *Pinus taeda* seeds. *In: Tropical Seed Research*. J. W. Turnbull, ed. Canberra, Australia. Australian Center for International Agricultural Research, Proceedings No. 28. p. 78-80.
- Vozzo, J. A., y Young, R. W. 1975. Carbohydrate, lipid, and protein distribution in dormant, stratified, and germinated *Quercus nigra* embryos. *Botanical Gazette* 136:306-311.
- Werhli, F. W., MacFall, J. R., y Newton, T. H. 1983. Parameters determining the appearance of NMR images. *In: Newton, T. H., y Potts, D. G., eds. Modern neuroradiology, Vol. 2. Advanced imaging techniques*. San Anselmo, CA: Clavadel Press. p. 81-117.



Un sistema práctico y efectivo para escarificar las semillas de *Tectona grandis* L. en Panamá.

Carlos Ramirez¹

DESCRIPCION DE LA ESPECIE

En su lugar de origen es un árbol grande, deciduo, que puede alcanzar una altura de más de 50 m y diámetros de 2 m (CATIE 1991 c). En América Central se han alcanzado alturas de más de 30 m.

Es un árbol de fuste recto, con corteza áspera y delgada (12 mm) fisurada, de color marrón claro que se desprende en placas grandes y delgadas, sin olor o sabor característicos. Sus hojas son opuestas, grandes de 11 a 85 cm de largo y de 6 a 50 cm de ancho, con pecíolos gruesos, limbos membranáceos o sub coráceos, nervios prominentes en ambas caras (CATIE 1991c).

La floración ocurre de junio a septiembre y la producción de frutos al inicio del verano, de enero a abril. En la región de origen la producción de semillas fértiles se presenta entre los 15 y 20 años; sin embargo, en algunos casos se ha visto floración temprana entre los 5 y 8 años (CATIE 1991c). En Panamá, se ha observado que la especie tiene floración entre los meses de junio y diciembre, también se ha visto floración temprana en Teca (4 años). En cuanto a la producción de semillas, va desde diciembre hasta marzo, período en el que se incrementan las semillas fértiles.

MATERIALES Y METODOS

La máquina utilizada para la limpieza de los frutos - semillas de la especie Teca (*Tectona grandis* L.) cuando son recolectados y están secos, es una máquina simple, que a continuación describiremos sus componentes y su principio de acción operacional:

Una base tipo mesa con cuatro ruedas para su desplazamiento, de tres pies de largo por dos pies de ancho y 1 ½ pies de altura, donde está colocado un motor de 1 Hp y a un lado de el en la misma base está colocado de manera permanente el plato giratorio con cuatro aristas cruzadas de acero, donde se monta el tambor cilíndrico

con capacidad hasta de cuatro kg de frutos- semillas sucios, y que en su movimiento giratorio a 1,750 rpm. permite el despojo de la parte seca de los frutos de teca. Este tambor es de zinc liso, posee una ventanilla en la parte inferior que permite la salida del material seco en el proceso de limpieza.

Sin embargo en el proceso de **escarificación**, solo requiere que adicionalmente se suministre agua con una manguera a los frutos - semillas limpias colocados en el cilindro por unos 8 a 10 minutos para lograr la exposición de los embriones, permitiendo alcanzar un acelerado y uniforme proceso de germinación con índices de hasta 95 % o más de germinación.

Este proceso de **escarificación** requiere de una atención permanente ya que de no prestarle atención se pueden dañar los embriones de la teca tomando ineficaz el proceso de escarificación.

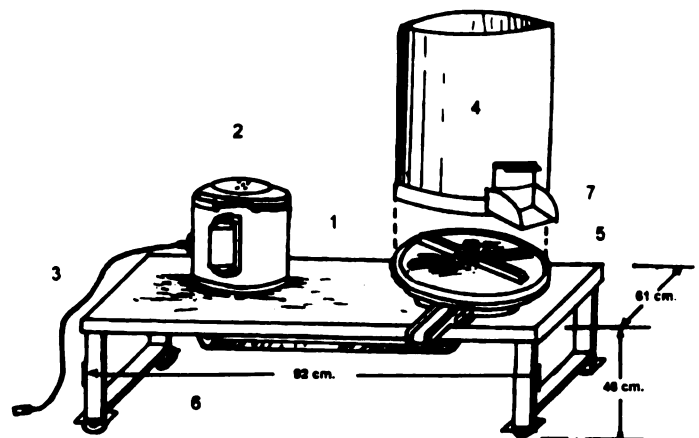


Figura No. 1. Máquina Limpiadora de Semillas de Teca, Panamá.

1- Mesa, 2- Un motor de 1 hp, 3- Extensión y toma corriente, 4- Cilindro (tambor) de aluminio de 61 cm de altura por 50 cm de diámetro, 5- Plato (base) de acero con 4 aristas de 2.54 cm de alto por 1.27 cm de ancho, 6- Correa de 56 cm de largo para que el motor haga circular el plato base donde va colocado el cilindro, 7- Bandejas para manejar la semilla escarificada.

¹ Autoridad Nacional del Ambiente. Dirección Nacional de Administración Forestal, Depto. de Plantaciones Forestales. Panamá.

Inmediatamente realizado el proceso las semillas se colocan en las camas de germinación. El personal del vivero debe haber recibido indicaciones sobre la colocación de las mismas para lograr los mejores rendimientos en el proceso de germinación.

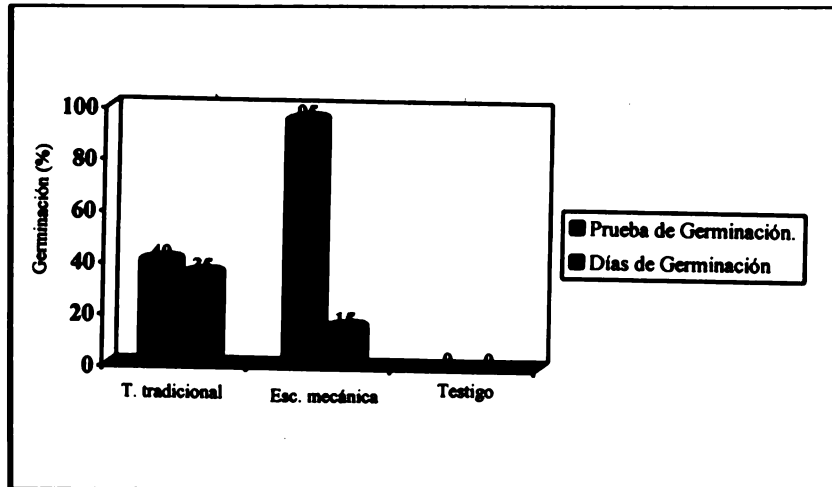


Figura 2. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Tectona grandis* en Panamá.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados evidencian que sometiendo la semilla de teca al proceso de escarificación en la máquina limpiadora de semillas, por un período de 15 minutos, en un ensayo de germinación de 100 semillas de testa dura se logra que su proceso de germinación dé inicio a los 5 días, llegando a alcanzar su punto máximo en la velocidad de la germinación a los 10 días. Su proceso finaliza a los 15 días, alcanzando hasta un 95% de semillas germinadas. Las semillas de teca se caracterizan por tener de 3 hasta 4 embriones, por lo que muchas veces se obtienen hasta 300 plantones (Figura 2).

Se estableció otro ensayo, con 100 semillas de la misma especie, utilizando el tratamiento pre-germinativo de colocar las semillas en recipientes con agua durante la noche y expuestas al sol por 15 días consecutivos, se observó que existe una gran diferencia en el inicio del proceso de germinación que es lento y no es uniforme, logrando no más de un 40% de semillas germinadas (una planta por semilla), en un período de unos 35 días.

El ensayo testigo, con 100 semillas, colocado en arena esterilizada, como los ensayos anteriores, las semillas se encuentran hinchadas después 45 días, pero no han iniciado el proceso de germinación.

Las cajas donde están colocados los ensayos, tienen como sustrato arena esterilizada y la temperatura promedio es de 29° a 30° C, como en los ensayos anteriores.

BIBLIOGRAFIA

- CATIE. 1991c. *Tectona grandis*. L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico. 47 p.
- Lamprecht, H. 1990. Silvicultura nos Trópicos. Cooperación Técnica. República Federal de Alemania. 343 p.
- Ugalde, L. A. 1997. Resultado de 10 años de Investigación Silvicultural del Proyecto Madeleña en Panamá. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 293, 113 p.



Valoración y almacenamiento de semillas de almendro (*Dipteryx panamensis*)

Alfonso González¹

INTRODUCCION

El almendro (*Dipteryx panamensis*), es una especie que se encuentra en los bosques lluviosos de la zona norte y atlántica de Costa Rica. Pertenece al grupo de especies emergentes del dosel de estos bosques, apreciado por su gran potencial ornamental, por su valor ecológico y por la calidad de su madera.

El Almendro es endémico en Nicaragua, Costa Rica, Panamá, Colombia y el Caribe. Es una especie que se distribuye entre los 20 y los 1,300 msnm; con una precipitación anual entre 3,500 y 5,500 mm y una temperatura promedio anual entre 24 y 31°C (Flores 1992).

Los árboles pueden alcanzar hasta 60m de altura y un dap de más de 200 cm . La copa es grande y muy redonda. El fuste es por lo general recto y cilíndrico, con una corteza liza, de blancuzca hasta rojiza y muestra lenticelas verticales.

Sus hojas son imparipinnadas alternas, con cinco a diez pares de foliolos lisos y brillantes, ovalados y de 10-15 cm de largo.

Las flores están ordenadas en panícula terminales o laterales de 30-50 cm de largo. Son hermafroditas y de color rosado violeta, que le confieren un aspecto llamativo a la copa durante el período de floración, el fruto es frecuentemente descrito como drupa (Flores 1992) y tiene la forma de una almendra, de donde se ha tomado el nombre para el árbol. En estado maduro adquiere un color café grisáceo y un tamaño de hasta 8 cm de largo, de 4-5 cm de ancho y de 2-3 cm de grosor. Está compuesto por un (exocarpo) cubierta delgada, un (mesocarpo) pulpa carnosa - fibrosa y un (endocarpo) cáscara dura que envuelve la semilla.

La semilla es ovalada de 4-5cm de largo con un promedio de 1.3-1.85 cm de grosor, rodeada de una cubierta seminal (testa) de color marrón; los cotiledones son carnosos que le sirven para la reserva de alimentos, el embrión es relativamente pequeño y la radícula es visible entre los cotiledones.

En el momento de la maduración los frutos caen al suelo y permanecen cerrados hasta que la semilla inicie su germinación que es epigea. Son dispersados principalmente por los animales que se la comen, como murciélagos y los roedores (Forget 1993). Sus frutos sirven de alimento a gran cantidad de especies de animales como: insectos, mamíferos y aves; algunos de ellos anidan en los grandes troncos de los árboles viejos. El caso más conocido es la interrelación directa del almendro con la lapa verde (*Ara ambigua*), ave endémica de la Zona Norte y Atlántica de Costa Rica, actualmente en peligro de extinción, debido en parte a la tala de estos árboles.

En vista de que no se tiene suficiente información sobre manejo y almacenamiento de esta especie se realizó un estudio en el laboratorio sobre la desecación, almacenamiento y germinación, para conocer el comportamiento y el periodo de viabilidad de la especie.

MATERIALES Y METODOS

Los frutos se colectaron del suelo, se recomienda hacerlo en la época intermedia de la cosecha, cuando se presenta un pico de maduración y la caída es más homogénea. Fueron procesados inmediatamente en el laboratorio; se lavaron hasta eliminar el exocarpo para evitar la fermentación y contaminación de hongos, luego fueron secados bajo techo, para reducir la deshidratación.

Se tomaron 100 frutos al azar de todo el lote, para determinar el contenido de humedad inicial (CH) aplicando las normas del ISTA (1996). Estas muestras por lo general entran al horno a las 3 p m y son sacadas a las 7 am del día siguiente e introducidas a un desecador por 30 minutos para que se enfríen y luego determinar el peso.

Los resultados de los contenidos de humedad (CH) fueron: 20.7% para el endocarpo, 41% para las semillas y 26.7 % para el fruto completo. Conociendo el CH de los frutos, se tomaron nuevamente 100 frutos al azar y fueron sembrados para la prueba inicial de germinación en cuatro repeticiones de 25 frutos, se utilizaron cajas plásticas transparentes con tapas, esterilizadas con alcohol de 90°, un sustrato de arena

¹ Banco de Semillas Forestales - CATIE

Germinación y almacenamiento de semillas forestales

esterilizado con formalina al 5%, una temperatura de 30°C. un período de luz de 24 horas, la germinación se inició a los seis días de sembrada y concluyó a los 26 días con una germinación de 82%.

Desecación. La prueba de desecación de los frutos, se realizó aplicando el protocolo para la valoración de semillas recalcitrantes del IPGRI/DFSC, se usó silica gel en proporciones iguales al peso de los frutos, los CH fueron tratamientos (TR₁, TR₂) a 20 y 10% de CH respectivamente. Si el peso del TR₁ pesa inicialmente 20kg. usando la formula ésta debe alcanzar un peso de 18.325kg lo cual nos indica que ha alcanzado el contenido de humedad deseado (CH_D), si el tratamiento dos, pesa 20kg inicialmente, para que alcance el 10% (CHD) debe pesar 16.289kg.

Cuando se obtuvo el peso deseado del TR₁, se tomó una muestra de 100 frutos al azar, se trituraron y se pesaron dos submuestras de cinco g cada una y se secaron al horno a 103°C por 16 horas ± 1, obteniendo resultados de CH del (endocarpo) 9.4 %, CH de las semillas 41.6% y del fruto completo el CH 19.5%. Se tomó otra muestra de 100 frutos y se sembró, la germinación se inició a los ocho días y concluyó a los 24 obteniendo resultados de germinación de 69%.

El tratamiento TR₂ cuando alcanza el peso deseado de 16.289kg, se tomó otra muestra de 100 frutos al azar, se trituraron y se pesaron dos submuestras de cinco g cada

una, se secaron al horno a 103°C por 16 horas ± 1 obteniendo resultados de CH, del endocarpo de 9.7%, semillas 19.5%, fruto completo 12.8%; se tomó otra muestra de 100 frutos y se sembró, la germinación se inició a los ocho días y concluyó igual que las anteriores a los 24 días, y se obtuvo una germinación del 31%.

El testigo con un CH de 26.7%, su germinación fue de 82%, el TR₁, con CH de 19.5%, la germinación bajó a 69% y TR₂ con CH de 12.8%, la germinación bajó a 31%.

Almacenamiento. Los frutos fueron almacenados bajo las temperaturas 15 y 25°C a uno y tres meses usando bolsas plásticas transparentes perforadas, para facilitar la transpiración. Se emplearon 110 frutos por bolsa, tratadas con vitavax 5g/kg de frutos, para evitar la proliferación de hongos, dos tipos de aserrín mezclados (laurel y pilón) húmedo al 30%. Al mes de almacenamiento, se tomó una muestra del aserrín para determinar un CH. El aserrín alcanzó un CH de 25%, el TR₁ de 19.5% aumentó a 22% y el TR₂ con CH de 12.8% aumentó a 15%. Por lo tanto los frutos almacenados a 15°C germinaron en las bolsas, alcanzando porcentajes de germinación de un 90% el TR₁, el TR₂ un 88%. Los TR₁ y TR₂ almacenados a 25°C también aumentaron su CH, el de 19.5% aumentó a 21% y el de 12.8% a 13.7%, alcanzando el TR₁ una germinación en las bolsas de 89% y el TR₂ un 78%.

A los tres meses de almacenamiento se realizó la prueba de CH del aserrín, éste había disminuido de 30% a 20%.

Cuadro 1. Ensayo de desecación de frutos de *Dipteryx panamensis*, bajo tres contenidos de humedad en condiciones de Laboratorio en CATIE, Turrialba, Costa Rica.

Tratamientos	CHD* (%)	CHR** (%)	Recolección	Días hasta la siembra	Germ. Total (%)
Testigo	-----	26.7	26/01/99	03	82
TR1	20	19.5	26/01/99	06	69
TR2	10	12.8	26/01/99	10	31

* = CH deseado

** = CH real

Cuadro 2. Porcentaje de Germinación de frutos de *Dipteryx panamensis*, bajo dos CH 19.5% y 12.8% almacenados bajo temperaturas de 25 y 15°C durante un mes.

Empaque y Tratamiento	Temperatura (°C)	CH (%)	Germinación (%)
Plástico. TR1.	25	19.5	88
Plástico. TR1.	15	19.5	90
Plástico. TR2.	25	12.8	89
Plástico. TR2.	15	12.8	78

según el análisis de laboratorio. A las semillas del TR₁, se les hizo el análisis de CH y éste se bajó de 19.5%, a 18.7% y el TR₂, bajó de 12.8% a 12.3 %. Se sembró en cajas transparentes con un sustrato de arena esterilizada con formalina al 5%, un solo riego de 50cc por cada 100 frutos, temperatura de 30°C y período de luz de 24 horas.

El TR₁ con CH de 19.5% almacenado a 15°C inició su

germinación a los cinco días de la siembra, finalizando a los 24 días con una germinación de 87% y el TR₂, con CH de 12.8% la germinación fue de 70%.

Los que fueron almacenados a 25°C, el TR₁ con CH de 19.5% la germinación fue de 40% y el TR₂ con CH de 12.8%, su germinación fue de 22%.

Cuadro 3. Porcentaje de Germinación total de Frutos de *Dipteryx panamensis* bajo dos CH, temperaturas de 15 y 25°C durante tres meses.

Empaque y Tratamiento	Temperatura (°C)	CH (%)	Germinación (%)
Plástico TR1	15	19.5	87
Plástico TR1	25	19.5	40
Plástico TR2	15	12.8	70
Plástico TR2	25	12.8	22

CONCLUSIONES

- Los resultados preliminares en el Laboratorio del Banco de Semillas Forestales de CATIE demuestran que hay posibilidades para el almacenamiento a corto plazo de semillas de *D. panamensis*, esto permitirá una planificación mejor de la producción en vivero.
- Los resultados indican que las semillas de almendro son recalcitrantes, que soporta desecación hasta un 12.8% mínimo de CH almacenada a 15 y 25°C aunque con germinaciones bajas, pero es una forma de conservar los frutos. Se observa cómo fue el comportamiento de los mismos a diferentes temperaturas, teniendo como resultados diferencias significativas de un temperatura a otra, siendo mejor la temperatura de 15°C donde la germinación fue más alta.
- El almacenamiento a más largo plazo del *D. panamensis* no ha sido posible con las técnicas disponibles en el CATIE. Para esta especie se necesita mayor investigación con técnicas avanzadas como la criopreservación (Ahuja 1989; Chin 1990). Por lo tanto, es indispensable proteger y conservar las fuentes de semillas, establecer rodales y huertos semilleros para garantizar el abastecimiento y conservación de esta especie.

LITERATURA CITADA

- Flores, E. 1992. Árboles y semillas del Neotrópico. (Costa Rica) 1 (1)
- Forget, P.M. 1993. Post-dispersal predation and scatterhoarding of *Dipteryx panamensis* (Papilionaceae) seed by rodents in Panamá. *Oecologia* 94: 255-261.
- Moreira, I. : Arnáez, E. 1992. Estudio morfológico de once especies forestales de bajura. Escuela de Biología/ Vicerrectoría de Investigación y Extensión. Instituto Tecnológico de Costa Rica. Informe final de proyecto. 79 p.
- 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. 215-258.
- 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.28:89-92.
- INTERNATIONAL SEED TESTING ASSOCIATION. 1996. International rules for seed testing. *Seed Science and Technology*. Vol. 24,(Supp.) 335p.
- IPGRI/DFS. Protocolos.
- Müller, E. Almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales nativas de la Región Huetar Norte de Costa Rica. Investigación realizada con el Ordinariat Für Weltforstwirtschaft de la Universidad de Hamburgo. Alemania, como parte de la tesis de doctorado de la autora. GTZ, Proyecto COSEFORMA. Costa Rica. 4P

Efecto de la madurez de los frutos de *Hieronyma alchorneoides* en la germinación de las semillas

Rodolfo Salazar ¹
Alfonso González ²

INTRODUCCION

La especie *Hieronyma alchorneoides* Fr. Allen, conocida en América Central como pilón, nancitón o sangre de toro, es un árbol de porte alto que alcanza hasta 45 m de altura y 1.2 m de dap con fuste cilíndrico. Su madera es de color marrón-rojizo, relativamente pesada con una densidad de 0.79 g/cm³, fácil de trabajar; se utiliza en construcción, postes, construcciones marinas y barriles (Carpio 1992).

La especie se distribuye naturalmente desde el sur de México hasta la Amazonía y Las Antillas, en el bosque húmedo Tropical y muy húmedo Tropical, desde el nivel del mar hasta 900 m de elevación, con precipitaciones entre 2000 y 6000 mm y temperaturas de 20 a 26°C; crece en terrenos planos y con pendientes y en suelos franco arenosos y arcillosos. En los últimos años en Costa Rica se ha venido promoviendo el cultivo de esta especie en plantaciones con muy buenos resultados (Salazar 1997).

La especie es dioica, las flores son blancas y verde amarillentas en panículas axilares o racemosas, la polinización es cruzada. El fruto es una drupa elipsoide con un diámetro de 3 a 5 mm. El endocarpio es una cubierta papirácea, la pulpa o mesocarpo es caroso, el pericarpo es duro; el fruto es trilocular pero normalmente son uniembrionarias. La semilla presenta dos cotiledones gruesos de color verdusco (CONSEFORMA 1998).

En Costa Rica la floración masculina y femenina ocurre entre abril y junio y entre setiembre y diciembre y varía según la zona ecológica y entre años. La producción de frutos se presenta entre noviembre y febrero y entre abril y agosto. Los frutos son depredados por aves e insectos (CONSEFORMA 1998).

La producción de frutos por árbol es alta y el grado de madurez de los frutos por racimo es muy irregular. Los

frutos son muy pequeños y usualmente han sido recolectados los racimos cuando un 20% de sus frutos muestran coloración morada o púrpura, lo cual es un indicador de que en este momento la mayoría ha alcanzado su madurez fisiológica. En los racimos es normal observar frutos verdes, amarillentos y morados (CONSEFOR 1998).

Estudios recientes indican que las semillas de pilón son ortodoxas; las semillas frescas y deshidratadas a un 3.3% de contenido de humedad, mostraron hasta un 70% de germinación. Después de seis meses de almacenamiento en bolsas plásticas selladas con 3.3% de contenido de humedad y a 5°C de temperatura, la germinación fue de 28.5% (Vásquez, Salazar, Thomsen 1999).

El objetivo de este trabajo es cuantificar la capacidad de germinación de las semillas de *H. alchorneoides*, según el grado de madurez de los frutos relacionado con el color del exocarpo.

MATERIALES Y METODOS

Se tomó una muestra de un lote de semillas recolectado con fines comerciales, la recolección se realizó del 12 al 15 de enero de 1999, de 12 árboles en el cantón de Buenos Aires, Puntarenas, Costa Rica, a 445 msnm, con 2212 mm de precipitación, 26°C de temperatura en un bosque muy húmedo Premontano (Holdridge 1978).

Los racimos mostraban frutos con el exocarpo de color morado, amarillento y verde. Dos días después de recolectados, fueron trasladados en sacos de yute al Banco de Semillas Forestales del CATIE en Turrialba, donde se procedió a desprenderlos manualmente y fueron separados según su color verde, amarillento y morado, luego se determinó su contenido de humedad inicial.

La prueba de germinación fue realizada cinco días después de ser cosechados los frutos. Para cuantificar el efecto del grado de madurez, se utilizó un diseño irrestricto al azar con tres tratamientos: frutos verdes, amarillentos y morados, cuatro repeticiones con muestras de 50 semillas por tratamiento por repetición.

¹ Líder Proyecto de Semillas Forestales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

² Laboratorio Banco de Semillas Forestales, CATIE, Turrialba, Costa Rica

Como medio de germinación se utilizó arena lavada y esterilizada con formalina al 5%; las semillas fueron cubiertas con una capa de arena de 0.5 cm y se colocaron en una cámara de germinación a 30°C, 30% de contenido de humedad y 24 horas luz.

RESULTADOS Y DISCUSION

Los racimos de frutos de *H. alchorneoides* colectados, presentaron en promedio entre 150 y 200 semillas, de las cuales un 20% eran de color verde, 40% amarillos y 40% morados. Se determinó un promedio de 185 000 frutos frescos por kilogramo, con un 20% de contenido de humedad inicial.

La Fig. 1 muestra el comportamiento de la germinación de las semillas frescas de pilón, bajo condiciones ambientales controlado; la germinación de las tres categorías de frutos según su color, se inició a los 30 días de sembradas y finalizó a los 82 días; las tres categorías mostraron un comportamiento de germinación muy similar en los 50 días que tardó el proceso. Los frutos morados presentaron los porcentajes de germinación más altos en las tres fechas de cuantificación.

El análisis de varianza de los porcentajes finales de germinación, indican que las diferencias fueron estadísticamente significativas al 0.04% entre los tres colores de los frutos valorados. Estos resultados son respaldados por la prueba de Tukey al 5%, donde el porcentaje de germinación de los frutos morados fue estadísticamente superior a los promedios de germinación de los verdes y amarillos, los cuales no muestran diferencias estadísticas entre sí. Los morados presentaron un 35% de germinación como el valor más alto en comparación con el 23.0 y 25.5% que presentaron los frutos amarillos y verdes (Cuadro 1).

Las diferencias en porcentajes de germinación entre los frutos morados y los amarillos y verdes equivalen a 27.1 y 34.3%, respectivamente; la diferencia entre frutos verdes y amarillos representa solamente un 7.2%. En términos del efecto de la madurez de los frutos según su color a la hora de la cosecha, sobre el rendimiento de plántulas por kilogramo de semillas, se determinó que con 40% de los frutos morados, 40 % amarillos y 20% verdes se obtienen 52355 plántulas por kilogramo de semilla (Cuadro 1).

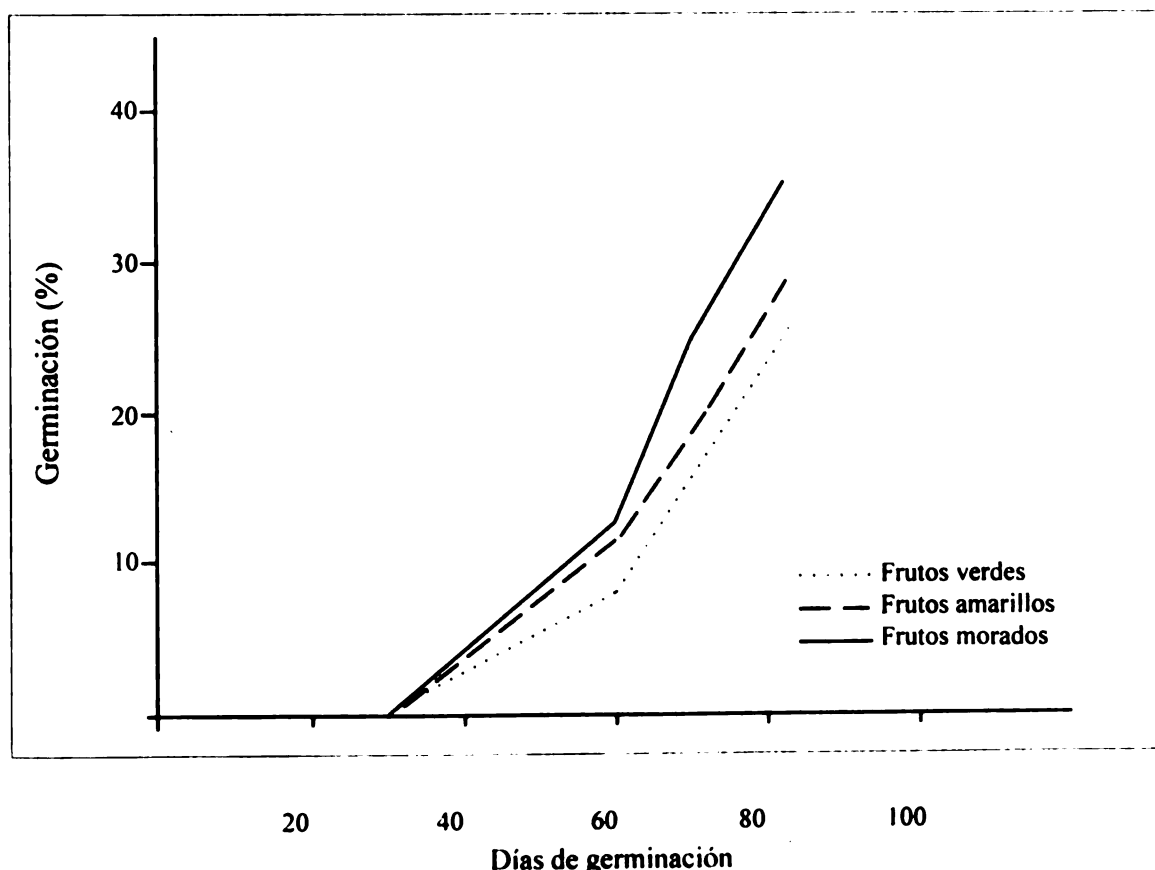


Fig1. Germinación de las semillas de *Hieronyma alchorneoides* (pilón) relacionada con el color de los frutos en Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 1. Prueba de Tukey (5%) para comparar los porcentajes de germinación de las semillas de *Hieronyma alchorneoides*, según el color de los frutos, en Turrialba, Costa Rica.

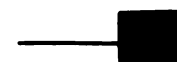
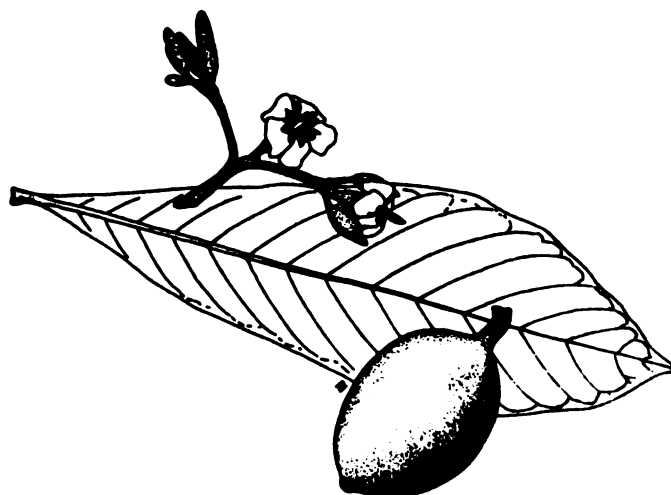
Color del fruto	Madurez de los frutos/racimo (%)	Germinación (%)	Tukey (5%)	Plántulas / kg
Morado	40	35.0	A	25900
Verde	20	25.5	B	9435
Amarillo	40	23.0	B	17020
				Total 52355

CONCLUSIONES

- Los resultados indican que la diferencia en porcentaje de germinación de las semillas de pilón, según el grado de madurez, determinado por el color de los frutos, se debe de tomar en consideración a la hora de realizar su recolección.
- Para garantizar mayores rendimientos de germinación por kilogramo de las semillas, los frutos deben ser recolectados del árbol cuando muestren el color morado, lo cual es el indicador de que han alcanzado su madurez fisiológica. Aunque los frutos verdes y amarillos también germinan, su porcentaje de germinación es significativamente menor.
- Dado que la madurez de los frutos en los racimos es irregular, es recomendable cosechar los racimos cuando más de un 60% de los frutos muestren el color morado.

LITERATURA CITADA

- Carpio, I. 1992. Maderas de Costa Rica, 150 especies forestales. San José. Editorial Universidad de Costa Rica. 338 p.
- Salazar, R. 1997. *Hieronyma alchorneoides* Fr. Allen. CATIE. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales No. 16. 2 p.
- COSEFORMA. 1998. Pilón en la Zona Norte de Costa Rica. San José, Costa Rica. COSEFORMA. 20 p.
- Holdridge, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica. IICA. 216 p.
- Vásquez, W.; Salazar, R.; Thomsen, K. 1999. Drying and storing *Hieronyma alchorneoides* seeds. Turrialba, Costa Rica. PROSEFOR. CATIE. 9 p.



Almacenamiento por período corto de semillas imprimadas de *Pinus patula*

Edgar Piedrahita Cardona¹

INTRODUCCION

La imprimación de semillas, especialmente el osmoacondicionamiento (OA), es un tratamiento de pre-siembra que propicia la germinación rápida y uniforme de las semillas, pre-requisitos para obtener un material vegetal homogéneo y vigoroso (Heydecker 1975; Parera y Cantliffe 1994). La imprimación podría presentar además otros beneficios directos como re-vigorización de semillas envejecidas y aumento de la capacidad germinativa, cuando las semillas son colocadas a germinar en condiciones adversas (Wang y Downie 1995), y beneficios indirectos generados como una consecuencia de la velocidad de germinación (Heydecker 1975).

El "avance" de las semillas, según Durrant *et al.* (1983) comprende aquellos tratamientos que implican el uso de agua o soluciones diluidas, que adicionan una cantidad de agua regulada hasta llevar las semillas al contenido de humedad requerido, en oposición a los tratamientos de OA que restringen la disponibilidad de agua. Ambos acarrear beneficios sobre la germinación, pero en el "avance" los efectos tienden a ser menores que con el OA.

Con relación a la conservación de las semillas osmoacondicionadas (Oas), Hilhorst y Toorop (1997) expresan que el almacenamiento podría afectarse después del re-secado a que son sometidas; así mismo indican que no existe consenso acerca de este fenómeno ya que también se han reportado comportamientos opuestos. Parera & Cantliffe (1994) y Hilhorst & Toorop (1997) documentan el fenómeno con evidencias que muestran que las semillas de muchas especies conservan después del almacenamiento los beneficios de la imprimación y que, aunque en menor proporción, también hay especies o condiciones que no retienen los beneficios del tratamiento.

Hegarty (1978) señala evidencias de que el efecto del desarrollo fisiológico propiciado por la hidratación parcial de la semilla, no necesariamente se pierde con la deshidratación, aunque los efectos benéficos podrían ser contrarrestados por daños en el nuevo proceso de secado. A este respecto Torres (1995) encontró que las semillas de tres especies forestales no retienen plenamente los

beneficios del OA después del secado y el almacenamiento. Estas inconsistencias en el almacenamiento de las semillas imprimadas, como también en los variados efectos de la imprimación, son las que determinan que las condiciones específicas y los tratamientos deben ser establecidos mediante ensayos de prueba y error (Bradford 1986; Wang y Downie 1995).

MATERIALES Y METODOS

Las pruebas fueron desarrolladas en el Laboratorio de Ecología y Conservación Ambiental de la Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

El lote de semillas de *Pinus patula* empleado tenía 10 años de almacenamiento, conservado en empaques de polietileno herméticamente sellados bajo condiciones de cuarto frío (5°C). Los parámetros de germinación representativos del lote (Control) se obtuvieron a partir de 15 submuestras tomadas al azar, de 100 semillas cada una.

Los tratamientos de imprimación fueron efectuados mediante OA y "avance". El OA, codificado con la letra D, se efectuó en soluciones acuosas de nitrato potásico (KNO₃) con un potencial osmótico de -0.6 MPa durante 12 días. El "avance", codificado con la letra E, se hizo mediante la hidratación de las semillas en agua pura al nivel de saturación (5 ml) durante tres días. Los tiempos de imprimación seleccionados fueron 24 y 48 horas, 7 y 15 días. Contando con los siguientes factores:

- 1º Tipo de imprimación: Osmoacondicionamiento (D) y Avance (E)
- 2º Tiempo de almacenamiento: 24 horas (W), 48 horas (X), 7 días (Y), 15 días (Z)

Se combinaron los dos factores para originar ocho tratamientos codificados como:

DW DX DY DZ EW EX EY EZ

Adicionalmente se consideraron para la comparación los siguientes testigos:

¹ Universidad Nacional de Colombia, Sede Medellín, Colombia

TA : Testigo Absoluto, sin tratamiento alguno, cuyos parámetros corresponden a los representativos del lote (control).
TO : Testigo Relativo, esto corresponde a las semillas Oas sin almacenamiento.

La prueba fue establecida mediante un diseño completamente al azar con arreglo factorial. Cada tratamiento se repitió cuatro veces y se emplearon 100 semillas por replicación.

Las condiciones de imprimación fueron con una temperatura de 15°C en incubadora con luz blanca permanente (800 lux), en platos de petri con papel filtro (Schleicher & Schuell No. 1), esterilizados e impregnados con 5 ml de solución acuosa (Tratamientos de OA) y agua pura (Tratamientos de "avance"). Una vez terminado el OA las semillas fueron lavadas en agua corriente y las de ambos tratamientos fueron secadas al aire libre hasta alcanzar un contenido de humedad cercano al 11%. Luego se almacenaron en cuarto frío (4°C) en empaques herméticamente sellados.

Las pruebas de germinación se efectuaron en cubetas con cuarzo esterilizado, suministro de luz artificial desde las 8 hasta las 18 horas y oscuridad durante la noche. La temperatura media del ambiente fue de 24.2 °C (Rango 19.0 - 29.3 °C).

Los parámetros evaluados a los 20 días del inicio de la prueba fueron: Velocidad de Germinación (DIG) en días, Potencia Germinativa (PG) en porcentaje, Germinación

Media (G_{50}) en días, Índice de Czabator (IC) sin unidades, Uniformidad (U) rango en días, Crecimiento de las Plántulas (CTO) en mm y Biomasa (B) en gm/1000 plántulas.

RESULTADOS Y DISCUSION

Potencia Germinativa (PG). La PG del tratamiento de almacenamiento durante 24 horas de semillas Oas (DW) alcanzó el valor más alto, 65.3% (Cuadro 1). Comparativamente con el testigo absoluto (TA) presenta una ligera superioridad en 2.9%, pero con relación a la PG del testigo relativo (TO) es inferior en un 9.7%. La diferencia entre la PG media de los tratamientos de semillas imprimadas, con relación al testigo absoluto (TA) es de 1.7% y no hay diferencias significativas entre los tratamientos, como tampoco entre los factores principales y sus interacciones (Anexo 1.1).

La PG del tratamiento de almacenamiento durante 15 días de semillas Oas (DZ Cuadro 1) es ligeramente inferior en un 2.5% al mejor de los tratamientos (DW) pero no difiere significativamente. Es, además, equiparable al testigo absoluto (TA).

En la Fig. 1 se grafica la tendencia de los resultados de potencia germinativa para los diferentes tratamientos de OA y "avance" (Fig. 1a y 1b) comparativamente con el testigo absoluto (TA). Se observa la tendencia general hallada por numerosos investigadores (Brocklehurst *et al.* 1987; Gray *et al.* 1990; Paci 1987; Hallgreen 1989; Bourgeois y Malek 1991; Wang y Downie 1995; Echeverry y González 1999), quienes reportan que la imprimación de semillas generalmente no mejora la potencia germinativa.

Cuadro 1. Parámetros germinativos y de desarrollo de las plántulas de *Pinus patula* para todos los tratamientos y los testigos a los 20 días de iniciadas las pruebas de germinación. Medellín, Colombia.

Tratamientos	DIG (días)	** PG (%)	G_{50} (días)	IC	CTO (mm)	BIOMASA (g/1000 pl.)	UNIFORMIDAD (rango en días)
DW	<u>2</u> /0.22	<u>65.3</u> /1.05	<u>5.8</u> /0.43	<u>33.2</u> /2.59	<u>61.4</u> /1.32	*0.0660/1.1200	6/0.750
DX	<u>2</u> /0.22	60.3/0.97	*6.0/0.45	*31.1/2.43	*61.0/1.31	*0.0670/1.1367	<u>5</u> /0.625
DY	<u>2</u> /0.22	61.3/0.98	*6.0/0.45	*28.7/2.24	54.6/1.17	0.0620/1.0519	6/0.750
DZ	<u>2</u> /0.22	62.8/1.01	*6.0/0.45	*28.7/2.24	*59.6/1.20	<u>0.0670</u> /1.1411	6/0.750
EW	5/0.55	58.8/0.94	10.2/0.77	18.5/1.44	54.6/1.17	0.0590/0.9957	8/1.000
EX	5/0.55	60.3/0.97	*8.7/0.66	18.5/1.44	54.2/1.16	0.0600/1.0132	7/0.875
EY	6/0.66	58.8/0.94	12.5/0.94	14.1/1.10	56.2/1.21	0.0590/1.0005	9/1.125
EZ	5/0.55	57.8/0.92	*9.2/0.70	17.0/1.33	53.8/1.15	0.0580/0.9879	7/0.875
TA	9/1.00	62.4/1.00	13.3/1.00	12.8/1.00	46.6/1.00	0.0590/1.0000	8/1.000
TO	2/0.22	75.0/1.20	5.0/0.38	22.5/1.76	58.8/1.26	0.0609/1.0304	5/0.625

* No hay diferencias significativas con el mejor tratamiento.
 ** No hay diferencias significativas entre tratamientos.
 Los valores del denominador de cada columna corresponden a la relación tratamiento / testigo absoluto (sin unidades).
 Los subrayados corresponden al mejor valor para cada parámetro

Se exceptúan casos especiales como la germinación bajo condiciones adversas de temperatura o con lotes de bajo vigor (Heydecker 1975).

Velocidad de Germinación (DIG). Este parámetro, frecuentemente expresado en términos del día de inicio de la germinación de una fracción de semillas (5%), es uno de los beneficios característicos de la imprimación. Los resultados (Cuadro 1) indican que los tratamientos de almacenamiento de semillas osmoacondionadas y "avanzadas" inician la germinación en los días 2 y 5

de G_{50} de 13.3 (testigo absoluto) a 5.8 días para el tratamiento de almacenamiento durante 24 horas y a 6 días para los tratamientos de almacenamiento durante 48 horas, 7 y 15 días; b) incrementa el IC de 12.8 hasta valores de 28.7 para las semillas con almacenamiento de 15 días y de 33.2 para las almacenadas durante 24 horas.

Con relación al testigo relativo (TO), el mejor tratamiento, cual es el almacenamiento durante 24 horas, presenta superioridad en el IC (33.2 vs 22.5) pero es ligeramente inferior en la G_{50} (5.8 vs 5 días).

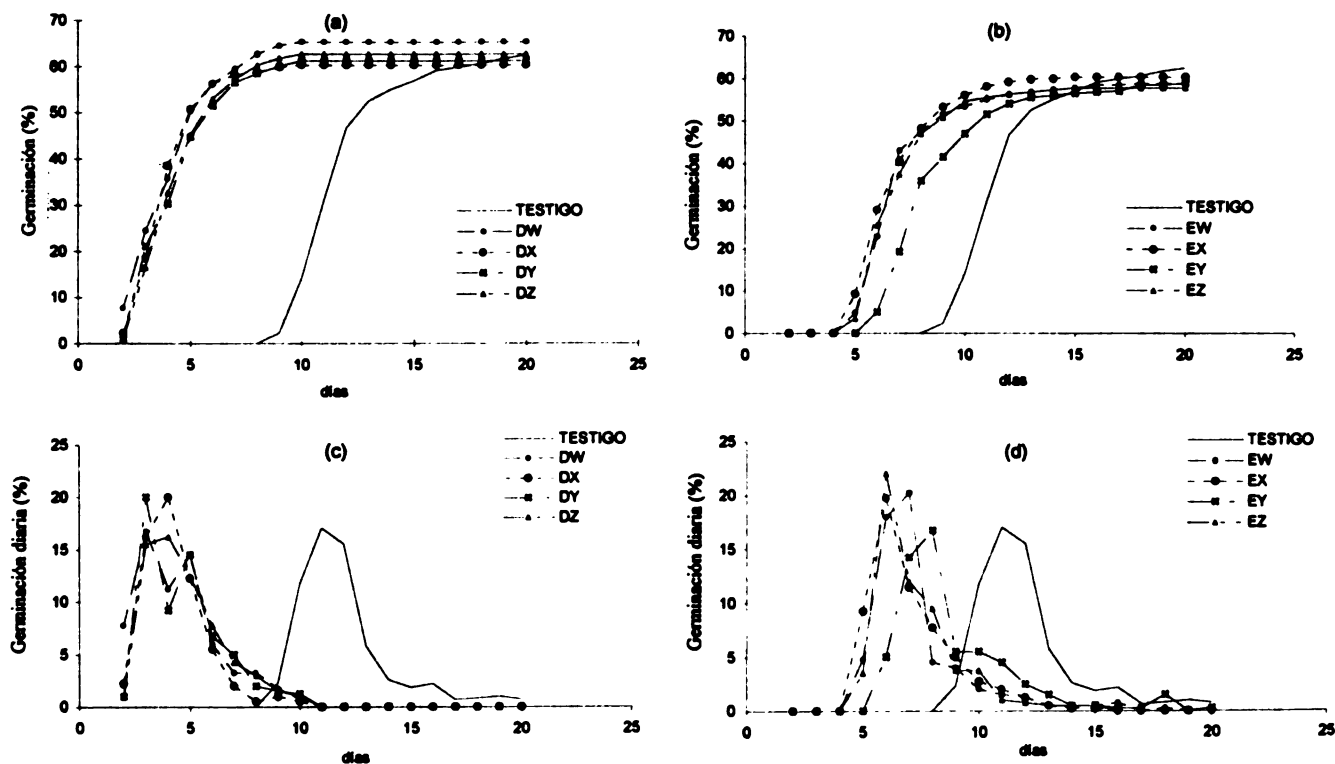


Figura 1 Germinación acumulada y diaria de las pruebas de germinación correspondientes a los tratamientos de almacenamiento de semillas de *Pinus patula* osmoacondionadas (a,c) y "avanzadas" (b,d), Medellín, Colombia.

respectivamente (Fig. 1c y 1d); además, lo hacen de forma similar a sus tratamientos homólogos sin almacenamiento. Ambos tipos de tratamientos en los diferentes periodos de almacenamiento retienen el beneficio de incrementar la velocidad de germinación con relación al testigo absoluto (TA), el cual la inicia en el noveno día. Es decir, los tratamientos de OA aumentan la velocidad de germinación hasta en siete días, lo cual puede aportar ventajas para el manejo de la especie en el vivero.

Vigor. Este fue evaluado mediante dos índices: la Germinación Media (G_{50}) y el Índice de Czabator (IC). En el Cuadro 1 y la Fig. 2b se observa la eficacia de los tratamientos con relación al testigo absoluto (TA). El efecto de los tratamientos: a) reduce significativamente el tiempo

El efecto promedio del conjunto de tratamientos de OA difiere significativamente del efecto promedio del conjunto de tratamientos de "avance" (Anexo 1.2) y es en todos los casos superior tal que el tiempo medio de G_{50} es más bajo y el IC es más alto.

Este aumento generalizado del vigor, representado en la reducción del número de días para alcanzar la G_{50} (Hasta en 7.5 días) y en el incremento del IC (Hasta en 159%), con relación al testigo absoluto (TA), es uno de los efectos benéficos de la imprimación (Heydecker 1975; Brocklehurst y Dearman 1983 (I); Brocklehurst *et al.* 1987; Parera y Cantliffe 1994; Wang y Downie 1995). Dicho aumento es especialmente notable con lotes de semillas envejecidas (Heydecker *et al.* 1975; Piedrahita 1997).

Crecimiento de las Plántulas (CTO). A los 20 días de iniciado el ensayo, el crecimiento de las plántulas expresado en mm (Columna CTO del Cuadro 1), muestra que el testigo absoluto (TA) alcanzó 46.6 mm, el testigo relativo (TO) 58.8 mm y los tratamientos de almacenamiento durante 24 horas y 15 días alcanzaron 61.4 y 59.6 mm, respectivamente. Es decir, el osmoacondicionamiento tiene como efecto propiciar plántulas de mayor longitud hasta en 32% y retiene este beneficio durante el almacenamiento de las semillas.

(Columna B del Cuadro 1) muestran un aumento en la biomasa que fluctúa desde 5% (tratamiento DY) hasta 14% (tratamiento DZ). Las diferencias se aprecian en la Fig. 2d y en dicho aumento parece estar actuando el ion K^+ . Salisbury y Ross (1994) expresan que el potasio es un ion que puede ser absorbido por la célula y según Bhandal y Malik, citados por Salisbury y Ross (1994) puede ser "un activador de muchas enzimas que son esenciales en la fotosíntesis y la respiración, además de que activa enzimas necesarias para formar almidón y proteínas". Es decir, bajo condiciones de un adecuado potencial osmótico

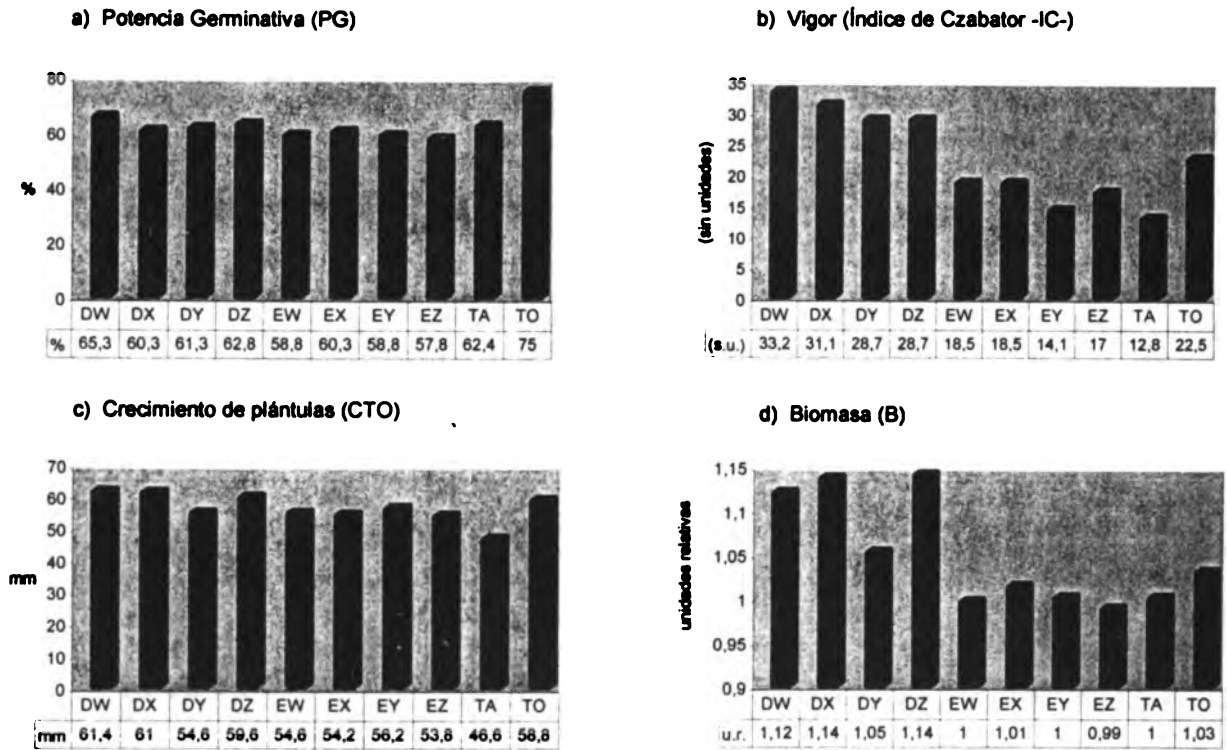


Figura 2 Esquema comparativo de las medias por tratamiento del almacenamiento de semillas imprimadas de *Pinus patula* para dos parámetros de germinación y dos de desarrollo de plántulas, Medellín, Colombia.

En la Fig. 2c se grafica el comportamiento de los diferentes tratamientos comparados con el testigo absoluto (TA); también se observa que los tratamientos de "avance" igualmente tienen efectos benéficos en el crecimiento de las plántulas.

Este aumento generalizado del crecimiento de las plántulas puede ser una consecuencia de la velocidad de germinación inicial, del aumento del vigor y en algunos casos, los más notables, por el aumento de la biomasa.

Biomasa (B). A pesar de que las pruebas de germinación fueron establecidas en un medio inerte como el cuarzo, los tratamientos de almacenamiento de semillas Oas

(interacción), el ion K^+ estaría actuando como una coenzima que favorece procesos anabólicos adicionales cuando se compara con los demás tratamientos de "avance".

Así mismo, el ion nitrato (NO_3^-), mediante reducción, podría ser transformado en amonios convertibles en compuestos orgánicos, esto es aminoácidos y otros constituyentes nitrogenados de los vegetales (Haigh y Barlow 1987). Este planteamiento hipotético también podría explicar tanto el aumento en vigor como el de la biomasa para los tratamientos de osmoacondicionamiento con KNO_3 .

Uniformidad (U). En el Cuadro 1 se presentan los valores de uniformidad alcanzados por cada tratamiento, considerando como tal el número de días tomado entre el

5% y 95% de germinación final. Los resultados indican que los tratamientos de imprimación, con énfasis en el OA, mejoran el grado de uniformidad. Este beneficio, conjuntamente con la velocidad de germinación, son los efectos más reportados como consecuencia de la imprimación. Ello es ventajoso para el manejo de plántulas en los viveros.

CONCLUSIONES

El almacenamiento de las semillas imprimadas de *P. patula* en cuarto frío a baja temperatura (4 °C) puede realizarse satisfactoriamente, al menos hasta por 15 días. Parece que el contenido de humedad con el cual se almacenan convencionalmente las semillas de esta especie es óptimo para conservar todos los beneficios que exhiben las semillas recién imprimadas.

El almacenamiento (hasta 15 días) de semillas imprimadas conserva, y en algunos parámetros aumenta, los efectos benéficos que cada tipo de imprimación tiene sobre la potencia germinativa, el vigor y la uniformidad de las semillas de *P. patula*.

De los dos tipos de tratamiento de imprimación aplicados, el osmocondicionamiento genera efectos superiores al "avance" de las semillas en todos los parámetros evaluados (Anexo 2). Se destaca el efecto que sobre el crecimiento y la biomasa de las plántulas tiene el tratamiento de osmocondicionamiento y posterior almacenamiento de las semillas. La superioridad relativa entre 124 y 159% para el vigor (IC), entre 17 y 32% para el crecimiento y entre 5 y 14% para la biomasa sugiere que durante el período de almacenamiento las semillas generan un sistema bioquímico más eficaz, quizás debido a los aportes de los iones K⁺ y NO₃⁻.

LITERATURA CITADA

- Bourgeois, J.; Malek, L. 1991. Metabolic changes related to the acceleration of jack pine germination by osmotic priming. *Tree Physiology* Vol. 8: 407-413.
- Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience* 21(5): 1105-1112.
- Brocklehurst, P. A.; Dearman, J. 1983. Interactions between seed priming treatments and nine seed lots of carrot, celery and onion. I. Laboratory germination. *Annals of Applied Biology* 102(3): 577-584.
- Brocklehurst, P. A. *et al.* 1987. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. *Acta Horticulturae* No. 215: 193-200.
- Czabator, F.J. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science*. 8 (4): 886-896.
- Echeverri P.C. A.; González P., J. F. 1999. Imprimación osmótica de semillas de pino romerón *Retrophyllum rospigliosii* (Pilg) C.N. Page. Tesis (In fieri) Ingeniería Forestal. Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín. 80 p.
- Durrant, M. J. *et al.* 1983. The use of water and some inorganic salt solutions to advance sugar beet seed. I. Laboratory studies. *Annals of Applied Biology*. 103: 507-515.
- Gray, H. R. *et al.* 1990. A comparison of two large-scale seed priming techniques. *Annals of Applied Biology* 116 (3): 611-616.
- Haigh, A.M.; Barlow, E.W.R. 1987. Germination and priming of tomato, carrot, onion, and sorghum seeds in a range of osmotic. *Journal of American Society of Horticultural Science*. 112 (2): 202-208.
- Hallgren, S. W. 1989. Effects of osmotic priming using aerated solutions of polyethylene glycol on germination of pine seeds. *In: Annual Science Forest* No. 46 ; 31-37.
- Hegarty, T. W. 1978. The physiology of seed hydration and dehydration, and the relation between water stress and the control of germination: a review. *Plant, Cell and Environment* No. 1:101-119.
- Heydecker, W. *et al.* 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature* 246 (5247): 42-44.
- Heydecker, W. 1975. Invigoration of seeds? *Seed Science and Technology* 3(3 y 4): 881-888.
- Hilhorst, H.W.M.; Toorop, P.E. 1997. Review on dormancy, germinability, and germination in crop and weed seeds. *Advances in Agronomy* 61: 111-165.
- Paci, M. 1987. Effetti del trattamento con PEG sulla germinazione del seme de *Pinus nigra* Arn., *Larix decidua* Mill. e *Pseudotsuga menziesii* Franco. *L'Italia Forestale e Montana* 41 (2): 73-82.
- Parera, C. A.; Cantliffe, D. J. 1994. Presowing seed priming. *Horticultural Reviews* No. 16: 109-141.
- Piedrahita C., E. 1997. Effect of osmotic priming with PEG 6000, KNO₃, NaCl and Mannitol on germination of *Pinus patula* seeds Abstract Book, IUFRO Symposium on Innovations in Forest Tree Seed Science & Nursery Technology, Raipur (India); November 22 - 25/97. p. 58 59.
- Salisbury, F. B. y Ross, C. 1994. *Fisiología Vegetal*. México, D. F.: Iberoamérica. 759 p.
- Torres C., G. 1995. Osmocondicionamiento, secado y almacenamiento de semillas de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantá), *Eucalyptus citriodora* Hook y *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex Maiden). CATIE, Memorias de avances en la producción de semillas forestales en América Latina (Simposio). Managua (Nicaragua); octubre 16 - 20/95: p. 287-294.
- Wang, B.S.P.; Downie, B. 1995. Priming and invigoration of tree seeds. *In: Innovations in Tropical Tree Seed Technology. Proceedings of the IUFRO Symposium of the Project Group P.2.04.00 "Seed Problems", Arusha, Tanzania; September 7-10/95; p. 268-283*

ANEXO 1 Análisis de varianza para la potencia germinativa y rangos múltiples para los índices de vigor en el ensayo de almacenamiento de semillas de *Pinus patula* imprimadas, Medellín, Colombia.

Anexo 1.1 Análisis de varianza para el parámetro potencia germinativa de las semillas.

Fuentes de variación	Sumas de Cuadrados	Gl.	Cuadrados medios	F
Tratamientos	0.042967	7	0.006138	< 1
Efectos principales				
I: Tipo de imprimación	0.025138	1	0.025138	3.10 ns
L: Tiempo almacenamiento	0.005259	3	0.001753	< 1
Interacciones: IL	0.012570	3	0.004190	< 1
Residual	0.194470	24	0.008103	
Total corregido	0.237437	31		

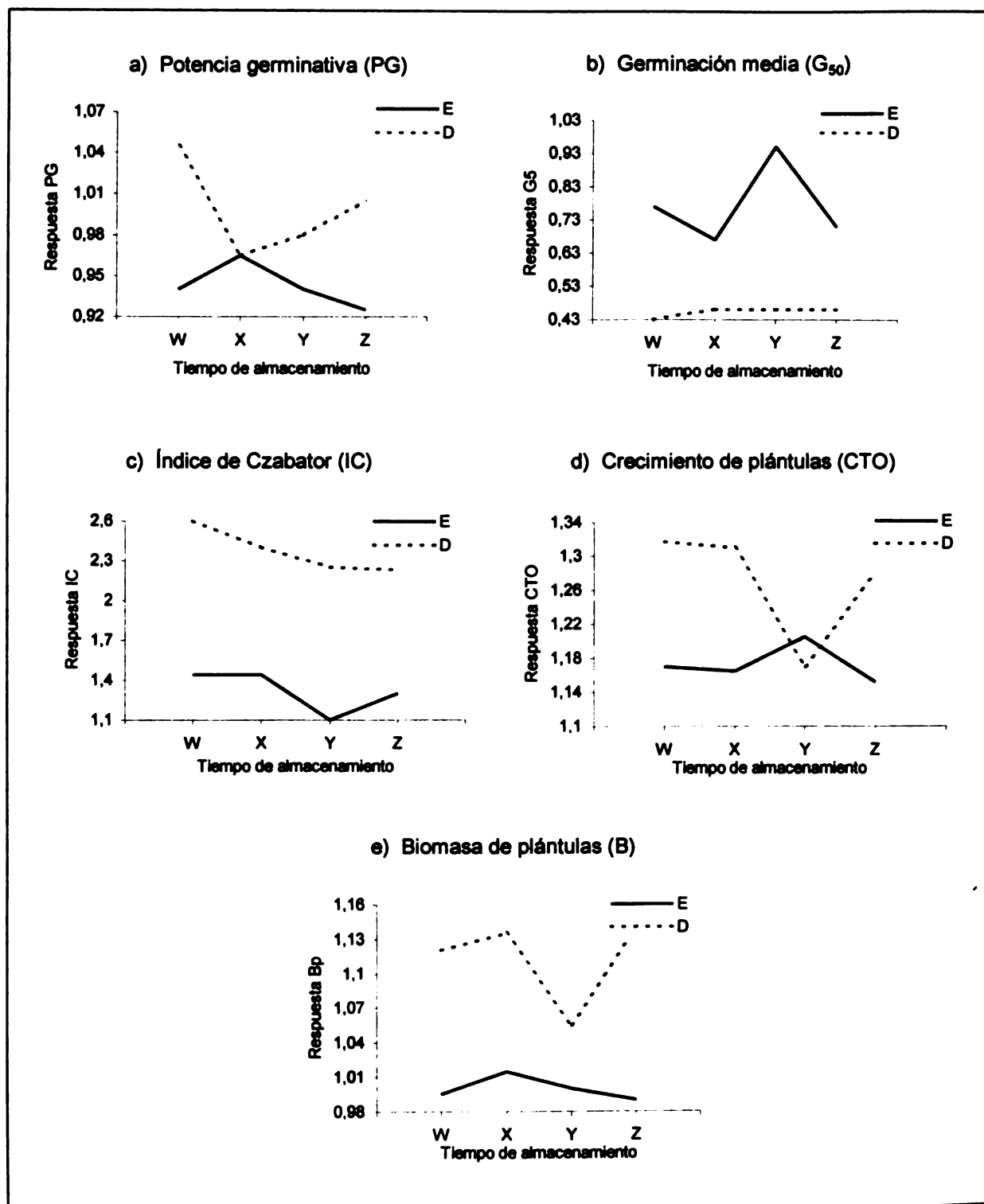
Nivel de significancia 0.05

Anexo 1.2 Rangos múltiples para los índices de vigor de semillas de *Pinus patula* dentro de los factores tipo de imprimación (D, E) y tiempo de almacenamiento (W, X, Y, Z), Medellín, Colombia.

Nivel de los Factores	Media	Grupos homogéneos (*)
Germinación Media (G_{50})		
D	0.448113	A
E	0.768868	B
X	0.556604	A
Z	0.575472	A
W	0.603773	A
Y	0.698113	A
Índice de Czabator (IC)		
E	1.326734	A
D	2.373480	B
Y	1.671987	A
Z	1.781570	A
X	1.932382	A
W	2.014489	A

(*) Las letras indican diferencias significativas (5%)

ANEXO 2 Interacciones de los factores tipo de imprimación y tiempo de almacenamiento sobre los parámetros germinativos y de crecimiento de las plántulas, de *Pinus patula* en Medellín, Colombia.



Estudios para la germinación de semillas de *Magnolia cubensis* (mantequero) en la localidad de Topes de Collantes, Cuba

Trocones, A. G.¹; Toledo, J. R.;
Aladro, J. S.; Pujols, O.

INTRODUCCION

Al arribar los colonizadores españoles a Cuba, pudieron apreciar la belleza y el potencial de las riquezas naturales existentes, resaltando de manera especial lo exuberante de la vegetación, las condiciones fenotípicas de los árboles etc. Tal situación natural en una isla escasamente poblada, debió constituir una premisa importante para un desarrollo forestal considerable, sin embargo, la acción depredadora del propio hombre condujo a que estos bosques fueran desapareciendo.

En la actualidad y luego del apoyo del gobierno cubano, alrededor del 37% de las áreas del patrimonio forestal se encuentra en regiones montañosas, como parte de los planes para el desarrollo de actividad forestal en el país. Sin embargo, varias especies corren peligro de extinción a pesar de los esfuerzos que se realizan por el fomento y restablecimiento de los bosques. La *Magnolia cubensis* (mantequero), por lo reducido de su habitat, por la baja densidad poblacional, por las características de su madera y los problemas que presenta con su reproducción, es una de ellas. Este árbol es endémico, se desarrolla entre los 1000 y 1300 msnm., aunque también se le encuentra en altitudes entre los 700 y 750 como en el macizo montañoso Guamaya en el Escambray (Sablón 1985).

Diferentes estudios se han realizado para lograr su propagación en las condiciones de Topes de Collantes, entre los que se encuentran reproducción en viveros, margullos, enraizamiento de estacas e inclusive cultivo de tejidos, pero en ninguno de los casos se han logrado resultados alentadores; sin embargo, existen reportes de otros lugares con otras condiciones donde se han logrado elevados índices de germinación. Es por ello que el objetivo de este estudio es establecer una metodología mediante la cual se pueda obtener un nivel aceptable de germinación de las semillas de mantequero, y determinar los factores que más notablemente influyen sobre este fenómeno.

MATERIALES Y METODOS

Todos los experimentos fueron desarrollados en la Estación Experimental Forestal de Topes de Collantes, localidad caracterizada por un suelo ferralítico rojo lixiviado sobre esquistos, micacios y cuarcíticos (Calzadilla 1982); la temperatura media anual es de 21.2 °C, con una humedad relativa del 81% y precipitaciones ligeramente superiores a los 2000 mm.

Los frutos fueron colectados en noviembre de árboles con una edad aproximada de 30 años.

Experimento No. 1: Condiciones para la dehiscencia de los frutos.

Los frutos colectados fueron colocados en bandejas metálicas y sometidos a tres condiciones para lograr la dehiscencia de los mismos:

- A la intemperie, sin control de la irradiación solar.
- A la intemperie, con control de la irradiación solar (sombra).
- En el interior de un local (laboratorio).

Este experimento fue realizado para determinar las condiciones ambientales óptimas para una adecuada dehiscencia de los frutos, ya que la humedad relativa del lugar es muy elevada y en estudios anteriores se había verificado el ataque de hongos en los frutos, con el consiguiente deterioro de la semilla.

Experimento No. 2: Pre- tratamientos de las semillas.

Los pre- tratamientos consistieron básicamente en inmersión de las semillas en agua destilada durante tres períodos diferentes: a) 6 horas b) 12 horas c) 24 horas.

Este experimento fue realizado para facilitar la eliminación del arilo oleaginoso que rodea la semilla y que en condiciones naturales le impide germinar; también para determinar en qué medida la semilla es capaz de absorber agua y cómo influye esto en su posterior germinación.

Experimento No. 3: Germinación de las semillas: Sustrato y condiciones de vivero.

Se construyó un umbráculo rústico con pencas de guano, se utilizaron bolsas estándar de polietileno y el riego se

¹ Instituto de Investigaciones Forestales. Estación Experimental Forestal. Topes de Collantes. Trinidad. Sacti- Spiritus. Cuba.

llevó a cabo tres veces al día. Por cada tratamiento de (sustrato) fueron sembradas 150 semillas, divididas en lotes de 50 atendiendo al tipo de pre- tratamiento a que fueron sometidas. Los sustratos empleados fueron: a) Suelo (100%). b) Suelo (75%) + Arena (25%). c) Suelo (50 %) + Arena (40%) + Aserrín (10%). En el caso c el aserrín fue colocado sobre la mezcla formada por suelo y arena, formando una capa de unos 0.5 cm.

Evaluaciones

Se realizó una primera evaluación después de la tercera semana, donde se cuantificó el porcentaje de germinación por tratamiento, y al cabo de las 10 semanas se realizó una segunda evaluación donde se tomaron como criterios la sobrevivencia de las plántulas y el crecimiento de las mismas.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Fig. 1 se muestra el comportamiento de los frutos en las distintas condiciones ambientales a que fueron sometidos para su dehiscencia; el tratamiento más satisfactorio fue a la intemperie con control de la irradiación solar; en segundo lugar está a la intemperie sin control de la irradiación solar, y por último, en el interior de un local ventilado artificialmente. Estos resultados demuestran que la dehiscencia de los frutos del mantequero depende de un conjunto de factores entre los que se entrelazan elementos externos como la temperatura y la humedad, además elementos internos como la fisiología de los frutos, ya que los mismos son capaces de abrirse en el propio árbol. En estudios anteriores - y también en este- se verificó el ataque de larvas de lepidopteros que taladraban el fruto aún sin abrir, estas llegan hasta la semilla lo que provoca un proceso de necrosis, debido a que por esa misma perforación

penetraban esporas de hongos que proliferaban. En el caso de los frutos que se colocaron al aire libre, este fenómeno fue mayor que en el caso de los que se colocaron en el interior de un local.

La influencia del tipo de pre- tratamiento aplicado a las semillas analizadas de manera aislada, no tuvo gran trascendencia, si bien en el tratamiento de 24 horas, la facilidad de eliminación del arilo oleaginoso se vió más favorecida, lo cierto es que en todos los casos se verificó el proceso de germinación (Fig. 2). Esto puede estar condicionado por las características fisiológicas de las semillas, ya que las mismas se encontraban con plenas condiciones de viabilidad.

El efecto que tuvo el tipo de sustrato sobre la germinación de las semillas, fue evidente: cuando se utilizó suelo (100%) la germinación fue muy pobre (20%) y como elemento adicional se observó que a la hora de germinar se formaban los cuellos de ganso, lo cual impedía que las hojas cotiledonares salieran con facilidad y en la mayoría de las ocasiones la plántula moría. En el caso de la mezcla formada por suelo y arena, la germinación fue ligeramente mejor (30%), pero también ocurría el fenómeno antes mencionado. Con la utilización de suelo, arena y aserrín se obtuvo el porcentaje más elevado (50%), aunque al igual que en las variantes anteriores muchas plántulas murieron a causa del 'cuello de ganso'. Aparentemente, existe un factor clave en este sentido, y se llama humedad. En la medida en que se pueda encontrar un sustrato que mantenga la humedad por un largo período, se lograrán mayores índices de germinación; si el sustrato donde se siembran las semillas se compacta fácilmente esto conducirá a la formación de los 'cuellos de ganso', de manera que las hojas cotiledonares no podrán emerger lo cual es muy negativo para la sobrevivencia de las plántulas.

A pesar de haberse afirmado anteriormente que los pre- tratamientos por sí solos no mostraron diferencias significativas en cuanto a la germinación de las semillas, sí se observó que al utilizar la mezcla de suelo, arena y aserrín las semillas sumergidas por 24 horas en agua fueron capaces de germinar en un porcentaje más alto que el resto de las semillas sembradas. La hipótesis al respecto responde a que las semillas absorben cierta cantidad de agua durante su inmersión y por supuesto,

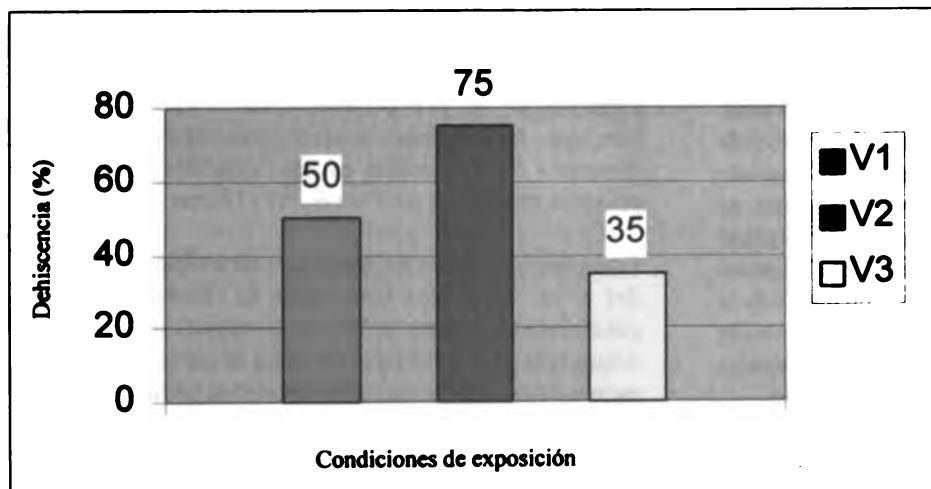


Figura 1. Efecto de las condiciones ambientales sobre la dehiscencia de los frutos de *Magnolia Cubensis*, Cuba.

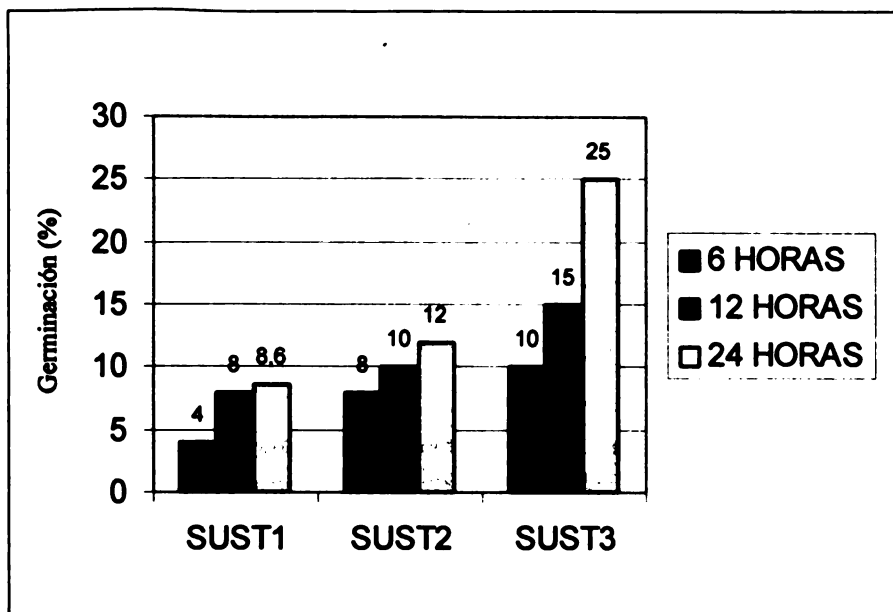


Figura 2. Influencia de la interacción pretratamiento - sustrato sobre la germinación de las semillas de *Magnolia Cubensis*, Cuba.

mientras más se alargue el período de inmersión, será mayor el nivel de absorción; esto, unido a la capacidad de retención de agua del sustrato garantiza la presencia de una elevada humedad alrededor de la semilla lo cual estimula a una mayor germinación. Durante la evaluación realizada al cabo de las 10 semanas se comprobó que la supervivencia de las plántulas fue de un 65%, y el crecimiento promedio alcanzado fue de 8 cm.

Durante los experimentos se observaron fenómenos que merecen ser detenidamente analizados. Entre ellos se observó el ataque de larvas de lepidópteros así como de hongos durante el proceso de dehiscencia de los frutos, lo cual va en detrimento de la germinación. Durante la fase de vivero, se apreció el ataque frecuente de moluscos como las babosas y de algunos insectos como los grillos, que fue básicamente lo que influyó en la supervivencia de las plántulas; en este sentido, también ha sido reportado el ataque de roedores, sobre todo si la semilla conserva el arilo oleaginoso que la envuelve. Todos estos factores externos, sumados a otros internos ya reportados en otros trabajos, como la consanguinidad de la especie, y la poca viabilidad de las semillas, hacen que en la actualidad esta importante especie enfrente el peligro de extinción; por lo tanto, se considera urgente encontrar una metodología eficaz para lograr una alta germinación y con ello conservar el patrimonio genético forestal cubano.

CONCLUSIONES

- Se logró un 75% de frutos abiertos de mantequero al aire libre y a la sombra.
- La inmersión de las semillas en agua contribuye a la fácil eliminación del arilo oleaginoso que las envuelve y a la vez garantiza que las mismas se preparen para la germinación.
- Se debe utilizar un sustrato capaz de mantener una alta humedad alrededor de las semillas. Con una mezcla de suelo, arena y aserrín se obtuvo un 52% de semillas germinadas.

BIBLIOGRAFIA

- Sablón, A. M. 1985. Dendrología.
- Martínez, A. 1988. Expediente de experimento. Habana. Cuba. Instituto de Investigaciones Forestales.

Tratamientos pregerminativos aplicados a la semilla de Cedro negro (*Juglans neotropica*) para reducir su período de germinación

Jaime López C. ¹
Edgar Piedrahita C.

INTRODUCCION

La semilla de cedro negro (*Juglans neotropica*) es una nuez relativamente grande, de forma cerebroide y usualmente sin endospermo y envuelta por una pulpa carnosa. Según Chase (1947) el comportamiento de las especies de *Juglans* es muy similar entre ellas, pero se diferencian principalmente por su tamaño, el grosor de la cubierta y su sabor.

Según Atwater (1980), la semilla de cedro negro se ubica dentro del grupo de las no endospermicas, con testa lefosa y el interior con estratos semipermeables, cuyo embrión ocupa la mayor parte de la semilla y tiene forma espatulada o invertida, los cotiledones son grandes y latentes, y el endospermo está ausente o reducido a una línea en la cubierta. El principal bloqueo de su germinación se asocia con la retención de inhibidores que están contenidos en su cubierta (testa) gruesa, la cual es permeable al agua y semi o impermeable a algunos químicos o gases.

La semilla de cedro negro presenta latencia innata, la cual se puede producir por causas fisiológicas o físicas; cuando se produce por causas fisiológicas se caracteriza porque las semillas, aunque maduras anatómicamente, no pueden germinar hasta que ocurran complejos cambios fisiológicos en el embrión o el endospermo. Cuando la causa de la latencia es física, ella responde a una condición morfológica que impide la germinación de las semillas, la cual normalmente se relaciona con la conformación de la cubierta, que ejerce resistencia mecánica contra el desarrollo del embrión o que es impermeable al paso de la humedad o los gases indispensables para su desarrollo.

Debido a ello, muchas especies requieren que sucedan ciertos cambios después de finalizada la maduración, llamado proceso de postmaduración, el cual se alcanza por medio de la aplicación de tratamientos adecuados, como son la estratificación, el almacenamiento en seco y el osmoacondicionamiento, los cuales permiten que ocurran cambios fisiológicos en la semilla, para promover el inicio de la germinación.

Williams (1971) en un estudio de almacenamiento de semillas de *J. regia* detectó resultados favorables después de cuatro años de almacenamiento bajo condiciones ambientales de alta humedad y bajas temperaturas. Posteriormente Gordon y Rowe (1982) reportan que la semilla de esta especie es ortodoxa, y que pueden almacenarse a bajos contenidos de humedad (<15%) durante largos períodos sin perder la viabilidad.

Estratificación. Frecuentemente las semillas sometidas a estratificación contienen inhibidores y promotores del crecimiento (Frankland y Wareing 1966, citado por Wareing *et al.* 1973), por lo que al aplicar el tratamiento se altera el balance inhibidor/promotor que controla este tipo de latencia (Amen 1968, Wareing y Saunders 1971, citados por Tomas 1972).

Martin *et al.* (1969) encontraron que en el embrión de *J. regia* descendió la cantidad de un inhibidor cuando fue sometido a estratificación, por lo cual se ha considerado como un tratamiento altamente efectivo para la semilla de cedro negro. También reportaron que las semillas sembradas sin estratificación presentaban plántulas atípicas (enanas), mientras que las estratificadas durante 60-120 días desarrollaron plántulas normales, emergieron en un período de 2-3 semanas y con altos porcentajes de germinación.

Los períodos de estratificación de las semillas de *Juglans* son muy variables; se han obtenido resultados muy favorables en germinación principalmente con la utilización de períodos de estratificación de 1-6 meses, con los que se obtienen porcentajes entre 40-85% aproximadamente, que son aceptables dada la baja capacidad germinativa de las especies de *Juglans*.

Osmoacondicionamiento. Heydecker 1975, citado por Parery Cantliffe (1994) lo define como un tratamiento de presembrado en el cual las semillas se remojan en una solución osmótica que les permite imbibirse hasta alcanzar los primeros estados de la germinación, pero no permite la emergencia de la radícula a través de la cubierta seminal. Las semillas se pueden secar nuevamente hasta alcanzar su contenido de humedad original y bien almacenarse o sembrarse con las técnicas convencionales.

¹ Universidad Nacional de Colombia - Medellín, Colombia.

El fenómeno es conceptualmente simple, pero fisiológica y técnicamente complejo y difícil de manejar. Su principio se basa en ajustar el contenido de humedad de la semilla, en condiciones de libre aireación, hasta un nivel que permita alcanzar la fase en la cual tienen lugar los eventos metabólicos más importantes para preparar la germinación (fase II) sin dar lugar a la emergencia de la radícula (Heydecker *et al.* 1975), que ocurre en la fase III. Esto se obtiene poniendo las semillas en una solución acuosa de osmolaridad controlada, tal que le permita entrar en la fase II pero le impida entrar en la III (Bewley y Black 1983). Las semillas así tratadas comienzan a absorber agua en forma normal y luego la acción se detiene una vez se ha logrado el equilibrio con el potencial osmótico de la solución (Heydecker *et al.* 1973).

METODOLOGIA

La prueba de germinación se realizó en el invernadero del Jardín Botánico de Medellín y la caracterización de la semilla en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Ciencias Forestales de la Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín, a una altura de 1420 msnm., con una precipitación media de 1450 mm, temperatura promedio de 21°C y humedad relativa del 70%.

Las pruebas de germinación se efectuaron con base en las normas para ensayos de semillas (Gordon *et al.* 1991). El diseño estadístico fue completamente al azar con ocho tratamientos, cuatro repeticiones por tratamiento y la unidad muestra conformada por 25 semillas. El ensayo se realizó bajo condiciones de invernadero para mantener los factores ambientales homogéneamente dispuestos (luz, agua, humedad relativa) durante la prueba (Cuadro 1).

Caracterización de la semilla. Las pruebas para caracterizar adecuadamente las semillas de cedro negro, fueron la determinación de su contenido de humedad (CH), peso, tamaño, forma, viabilidad y una prueba de absorción de agua.

Parámetros germinativos. Durante el proceso germinativo se evaluaron los parámetros: capacidad germinativa (en porcentaje), velocidad (en días), vigor (evaluado mediante el Índice de Czabator 1962) y la dispersión (por medio de la desviación estándar de los datos).

El Índice de Czabator es un valor compuesto que se expresa como $I.C = VM \times GDM$, donde la GDM es la relación entre el porcentaje de germinación total de la prueba y el tiempo (en días) que tarda para alcanzar este valor. El VM es el cociente máximo que se obtiene de dividir cada una de las germinaciones diarias acumuladas por el correspondiente número de días para alcanzarla.

RESULTADOS Y DISCUSION

Caracterización de la semilla. La semilla presentó un contenido de humedad del 19.03% (humedad relativa: 70%), muy cercano al determinado para otras especies afines, como *J. nigra* con un 17.02% bajo humedad relativa similar (Bonner 1980).

El valor promedio del peso fue de 42.52 g. por semilla (testa y embrión), pero al medir el espesor de la testa (4-5 mm) se encontró un valor superior al reportado para otras especies (1.2 y 2.2 mm) (Luna 1979), por lo tanto se considera que el mayor peso de la semilla de cedro negro, en comparación con otros congéneres, se debe al grosor de

Cuadro 1. Tratamientos aplicados a la semilla

TRATAMIENTOS	SIMBOLO	DURACION (días)	TEMP. (°C)
Testigo	T1	-	-
Estratificación (30 días)	T2	30	3-5
Estratificación (60 días)	T3	60	3-5
Osmoacondicionamiento (-0.5 MPa)	T4	15	15
Osmoacondicionamiento (-1.0 MPa)	T5	15	15
Osmoacondicionamiento (-1.5 MPa)	T6	15	15
Osmoacond. (-1.0 Mpa) + Estrat. (30 días)	T7	15 + 30	15 y 5
Osmoacond. (-1.0 Mpa) + Estrat. (60 días)	T8	15 + 60	15 y 5

Las semillas de *J. neotropica* mostraron 4.46 cm en el plano transversal y de 4.58 en el longitudinal, valores que resultan superiores a los de otras especies de *Juglans* (Luna 1979). En cuanto a la forma, mostró un índice medio de redondez Φ de 0.97, valor muy cercano a 1.0, lo que indica que es una semilla casi redonda.

La viabilidad promedio fue de 93%, lo que indica una buena conformación del lote de semillas utilizado en esta investigación, y coincidió con el que se obtuvo al finalizar el ensayo de germinación. Significa que la viabilidad no incidió en los resultados del ensayo de germinación.

La prueba de absorción de agua permitió diferenciar las fases en que se realiza todo el proceso (Fig. 1). La fase de imbibición (I) empezó desde el primer día de la prueba y se extendió por un lapso de 14 días aproximadamente, hasta que la semilla se encontró totalmente humedecida. Inicialmente no se observa un aumento de peso de la semilla debido a la consistencia leñosa de la testa que absorbe la humedad durante los primeros cuatro días, pero a partir del quinto día se presentó un aumento del contenido de humedad, variando desde un 16% hasta un 23% aproximadamente, en el cual se estabiliza.

La fase de equilibrio dinámico (II) empezó alrededor del día 15 y se extendió durante 10 días, en los cuales sólo se presentó un 2% de aumento del contenido de humedad (desde 23% hasta 25% aproximadamente), esto indica que, se comporta como una meseta. En ella hay una suspensión

parcial de la absorción de agua y se inician los procesos metabólicos propios de la germinación.

Por último, se inició la fase germinativa (III) a partir del día 27, en la cual se produjo de nuevo un aumento en el contenido de humedad, debido al inicio del crecimiento de la radícula en el interior de la semilla. En este punto se produjo la emergencia de la radícula cuyas presiones sobre la testa ocasionan su ruptura.

Parámetros germinativos. Los parámetros germinativos fueron analizados a partir de los resultados del ensayo de germinación, y se extendió por 180 días para visualizar el comportamiento de la germinación después de aplicados los tratamientos.

Las curvas de germinación diaria acumulativa presentaron una tendencia de crecimiento de forma sigmoideal (S) (Fig.2), donde se observan dos grupos; el primero conformado por los tratamientos de osmocondicionamiento (T4,T5,T6) y la combinación de osmocondicionamiento más estratificación durante 60 días (T8), alcanzó en promedio 30.8% de germinación; y el segundo grupo conformado por los tratamientos de estratificación (T2-T3) y la combinación de osmocondicionamiento más estratificación durante 30 días (T7) y el testigo (T1), alcanzó un promedio de 18.8% de germinación. Para analizar estadísticamente la desigualdad

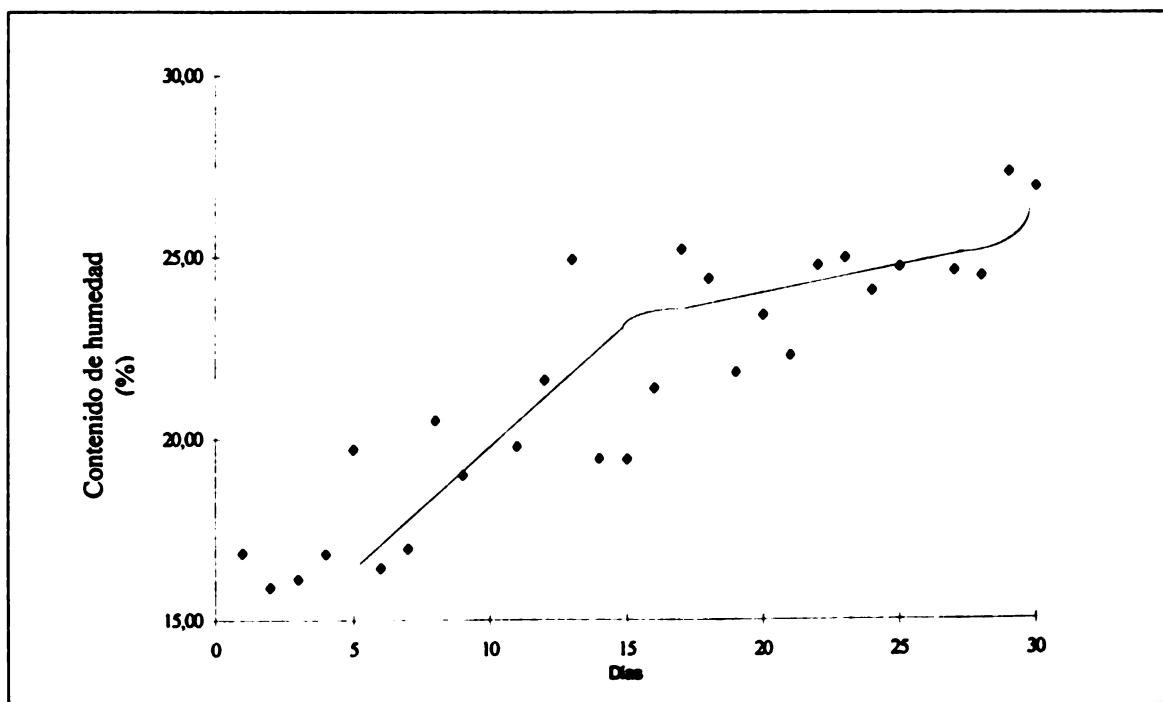


Figura 1. Cinética de absorción de agua pura para la semilla de *J. neotropica*, Medellín, Colombia.

entre los dos grupos se aplicaron contrastes ortogonales, que mostraron como resultado la inexistencia de diferencias significativas ($P < 0.05$) entre ambos grupos.

Antes de aceptar la validez de este resultado se debe mencionar el alto porcentaje de semillas deterioradas que se contabilizaron al finalizar el ensayo de germinación y que en total representaron más de la mitad (52%) de la población de semillas utilizadas. Esto seguramente afectó los resultados y no permitió detectar las diferencias que se aprecian entre los dos grupos en cuestión.

El deterioro de las semillas se produjo probablemente por la sobre-humectación, producida al permanecer más de 90 días en el sustrato, cuya humedad se mantuvo al 60%. Esto se puede corroborar con la prueba de absorción de agua, en donde se concluyó que la semilla requiere de un período de 27-30 días bajo humedad total (100%) para que se dé inicio a la germinación, por lo tanto se estima que bajo una humedad del sustrato del 60%, la semilla completaría su proceso germinativo en aproximadamente 50-70 días, como efectivamente se presentó para el testigo (T1). A partir de allí, las semillas se sometieron a una sobre-humectación que posiblemente empezó a deteriorar las menos vigorosas.

Hay que resaltar que el riego no se aplicó hasta producir encharcamiento, sino para mantener la humedad del sustrato en un 60% en volumen como lo recomienda el ISTA para los ensayos de germinación; pero parece que éste porcentaje de humedad fue sumamente perjudicial para las semillas, especialmente para las más débiles y lentas, o las menos vigorosas, mientras que para las que conservaron su latencia durante un mayor tiempo, su resistencia a las condiciones prevaletientes de humedad fue mayor, como se presentó en los tratamientos de estratificación (T2-T3) y el testigo (T1), con lo cual se comprobó que su permanencia en estado latente le permitió a la semilla una mayor resistencia contra las condiciones adversas. Su resistencia a las condiciones prevaletientes de humedad fue mayor, con lo que se comprobó que la permanencia en estado latente le permitió a la semilla una mayor resistencia a las condiciones adversas.

La cantidad de semillas latentes (15%) al finalizar el ensayo de germinación se puede considerar normal teniendo en cuenta la duración del ensayo (180 días), ya que la latencia es una condición fisiológica que desaparece a medida que transcurre el tiempo. La cantidad de semillas muertas (8%) también coincide como complemento del porcentaje de semillas viables (viabilidad) encontrado, el cual fue de 93%. En concordancia con estos resultados, se estima que la cantidad de semillas deterioradas (52%) corresponde a la fracción no latente que se encontraba próxima a germinar (Fig. 3).

Aún con todo lo anterior, los resultados del ensayo de germinación indicaron que las condiciones de humectación únicamente afectaron al parámetro capacidad germinativa porque para los parámetros de velocidad, vigor y dispersión de la germinación sí se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. Esto se produjo porque los datos de la capacidad germinativa se obtuvieron al finalizar la prueba, es decir, 180 días después de sembradas; mientras que para los otros parámetros, los datos se obtuvieron al inicio o en el transcurso de la prueba.

Capacidad germinativa. Los resultados de esta investigación indican que los períodos de 30 y 60 días de estratificación no fueron eficaces para superar la latencia y promover la germinación en las semillas de cedro negro (Cuadro 2). Quizás se requieren períodos superiores a 90 días como se ha comprobado para otras especies de *Juglans*. Martin *et al.* (1969) indican que la cantidad de inhibidores en semillas de *J. regia* decreció cuando fueron sometidas a estratificación durante períodos de 60 a 120 días. Somers *et al.* (1989) reportan en semillas de *J. nigra*, que disminuye el ácido abscísico (ABA) y aumentan las citoquininas a medida que incrementaban el tiempo de estratificación, el cual llegó hasta los seis meses.

Los tratamientos de osmocondicionamiento (T4, T5, T6) no fueron eficaces para aumentar significativamente la

Cuadro 2. Capacidad germinativa para el testigo y los pretratamientos aplicados a la semilla de *Juglans neotropica* en Colombia.

TRATAMIENTO	SIMBOLO	GERMINACION (%)
Osmocond. (-1.0 MPa) + Estratif. (60 días)	T8	35
Osmocondicionamiento (-0.5 MPa)	T4	30
Osmocondicionamiento (-1.0 MPa)	T5	29
Osmocondicionamiento (-1.5 MPa)	T6	29
Estratificación (30 días)	T2	20
Estratificación (60 días)	T3	20
Testigo	T1	18
Osmocond. (-1.0 MPa) + Estratif. (30 días)	T7	17

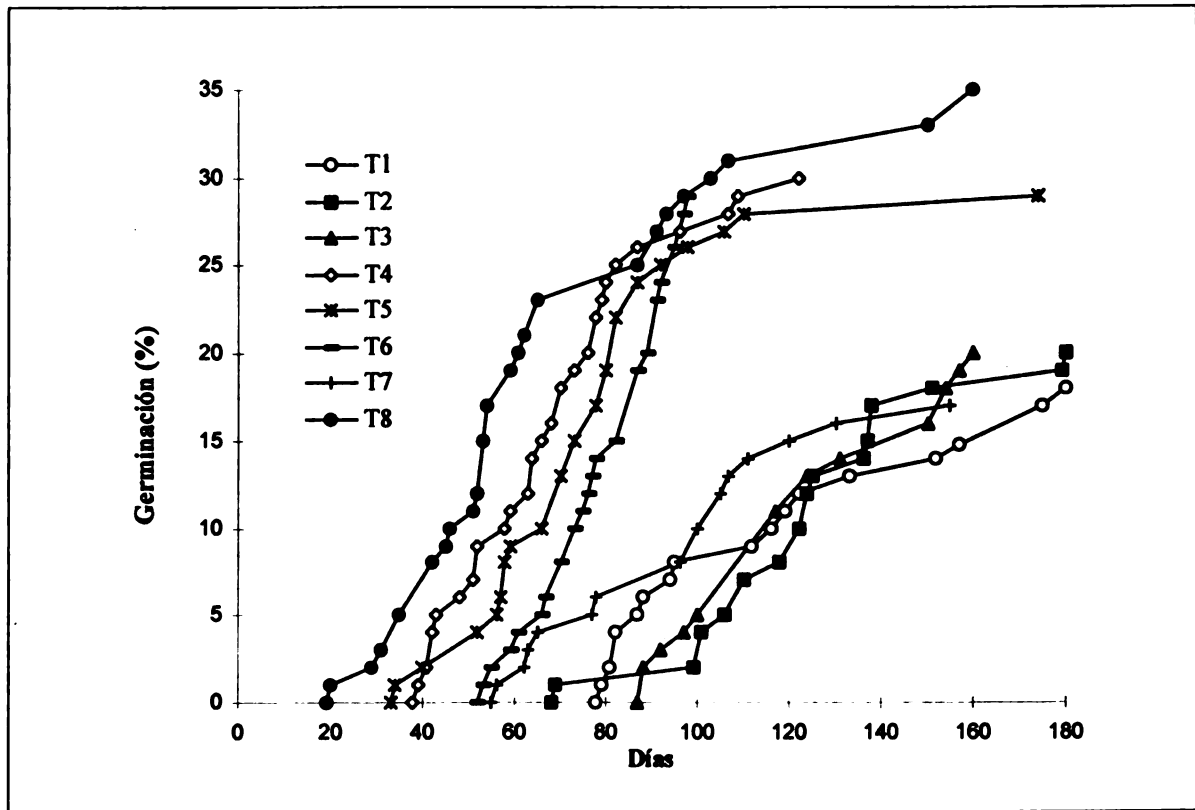


Figura 2. Germinación acumulada para el testigo y los pretratamientos aplicados a la semilla de *Juglans neotropica* en Colombia.



Figura 3. Categorías de semillas de *Juglans neotropica* presentes al finalizar el ensayo de germinación en Colombia.

capacidad germinativa de estas semillas, pero la literatura generalmente no los reporta como muy eficaces para promover la capacidad germinativa sino más bien la velocidad de germinación, tanto en especies agrícolas como forestales.

Para verificar si la testa gruesa de la semilla desempeñó un papel importante en el mantenimiento de su latencia, principalmente por la limitación en la entrada de humedad y los gases o por contener inhibidores de la germinación (Lewak y Rudnicki 1977 citado por Labouriau 1983), se le efectuó una escarificación (ruptura de la testa) a las semillas que se encontraban latentes al finalizar la prueba de germinación. Después de esto, se sembraron de nuevo y al cabo de 10-15 días germinaron algunas, lo que hace pensar que la semilla de cedro negro presenta doble latencia; una producida por las condiciones internas del embrión y otra ocasionada por la cubierta (testa) dura y gruesa, que es permeable al agua pero impermeable al paso de los gases (Atwater 1980).

La escarificación parece ser un procedimiento eficaz para facilitar la germinación de la semilla de cedro negro después de aplicados los tratamientos pregerminativos, debido a que permite el crecimiento del embrión y el libre intercambio de gases, pero presenta el inconveniente de llegar a destruir gran cantidad de semillas al tratar de abrir las dos valvas que componen la nuez y que se encuentran herméticamente selladas.

Velocidad de germinación. Para éste parámetro se destacan los tratamientos de osmoacondicionamiento, principalmente el combinado de osmoacondicionamiento más estratificación durante 60 días (T8), el cual provocó una mayor velocidad de germinación. Se anota que los resultados de los tratamientos combinados (T7 y T8) fueron completamente distintos. Es decir, el tratamiento T7 no fue eficaz mientras que el T8 fue el más eficaz de todos los tratamientos ensayados para aumentar la velocidad de germinación.

Una posible explicación para ello puede estar relacionada con la afirmación de Dennis (1994), en el sentido de que la duración de la estratificación es un factor crítico, porque dependiendo de ella su efecto puede ser promotor o inhibidor de la germinación. Esto se confirmó para la semilla de cedro negro porque el tratamiento T7, que tuvo una estratificación de 30 días, aumentó la latencia de las semillas (posiblemente del tipo de latencia secundaria) mientras que el tratamiento T8, con 60 días de estratificación presentó un porcentaje mucho menor de semillas latentes.

Los tratamientos de osmoacondicionamiento aplicados en forma individual (T4,T5,T6) sí produjeron un aumento significativo en la velocidad de germinación de las semillas de cedro negro, pero no tan pronunciado como el T8. Este hecho confirma la efectividad del osmoacondicionamiento en la preparación de esta semilla para germinar rápidamente al momento de sembrarse. Además, se comprobó que las semillas retienen los beneficios del osmoacondicionamiento

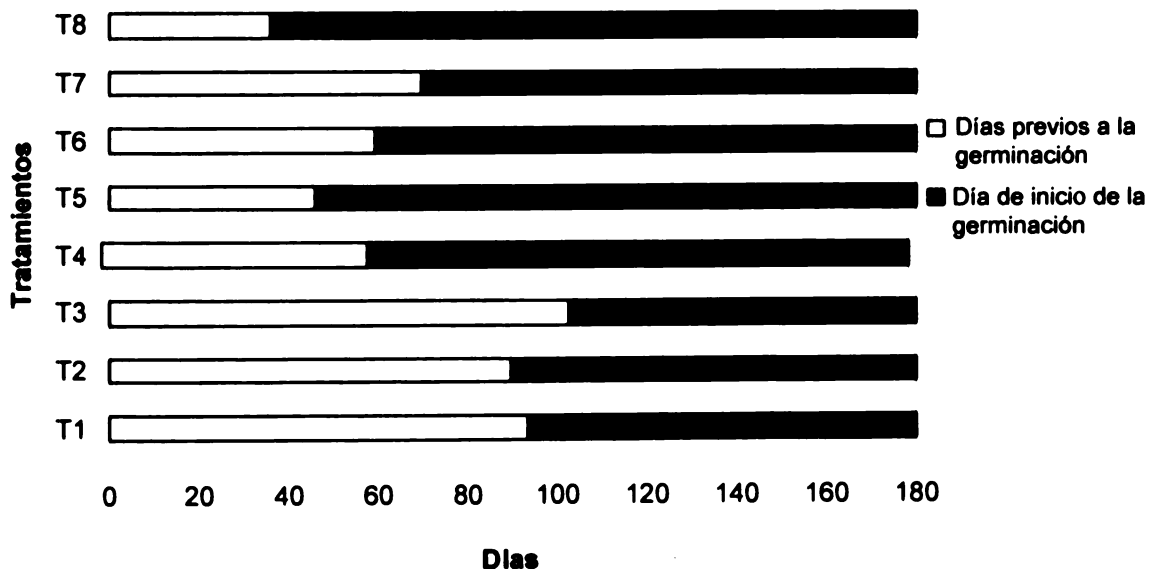


Figura 4. Velocidad (días requeridos para el inicio de la germinación) de *Juglans neotropica* en Colombia.

después del secado como ha sido reportado para otras semillas por Brocklehurst y Dearman (1983).

Los potenciales osmóticos ensayados (-0.5, -1.0 y -1.5 MPa) produjeron resultados similares entre sí (Fig. 4), lo que es de gran importancia porque demuestra la plasticidad de estas semillas para soportar un amplio rango de potenciales osmóticos (Jett y Wellbaum 1997). Este comportamiento no es propio de todas las semillas porque algunas requieren potenciales muy específicos. Por lo tanto, el hecho de presentar resultados similares bajo los tres potenciales osmóticos es relevante, porque se disminuyen las posibilidades de provocar una inhibición de la germinación al someterlas a potenciales osmóticos muy bajos.

Vigor germinativo. Los resultados muestran (Fig. 5), que el vigor en las semillas de cedro negro aumenta con la aplicación de los tratamientos de osmoacondicionamiento (T4, T5, T6) y la combinación de osmoacondicionamiento más estratificación durante 60 días (T8). Es decir, el osmoacondicionamiento tiene efectos que estimulan la germinación rápida de las semillas de cedro negro. Esto se reflejó en un valor germinativo (I.C) mayor que el de los otros tratamientos ensayados, siendo consistente con otras investigaciones en donde, bajo condiciones similares de osmoacondicionamiento, se reportan resultados positivos.

Según Czabator (1962) la tasa o velocidad de germinación es el concepto más importante para cuantificar el vigor de las semillas. Según Piedrahita (1987) la velocidad de germinación es un factor de gran importancia para las especies forestales debido a la alta competencia que se presenta, principalmente en las primeras etapas de crecimiento.

Dispersión de la germinación. La dispersión se estimó por medio de la desviación estándar (d.s.) de los datos. Los resultados indican diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos, pero estos no favorecen la uniformidad de la germinación, sino que por el contrario la aumentan con relación al testigo.

Los tratamientos de estratificación (T2, T3) y de osmoacondicionamiento (T4, T5, T6) no se diferenciaron estadísticamente del testigo (T1), pero sí de los tratamientos combinados de osmoacondicionamiento y estratificación (T7-T8), los cuales en lugar de disminuir la dispersión la aumentaron significativamente. Estos presentan una dispersión promedio de 96 días, frente a 58 de los tratamientos individuales (Fig. 6).

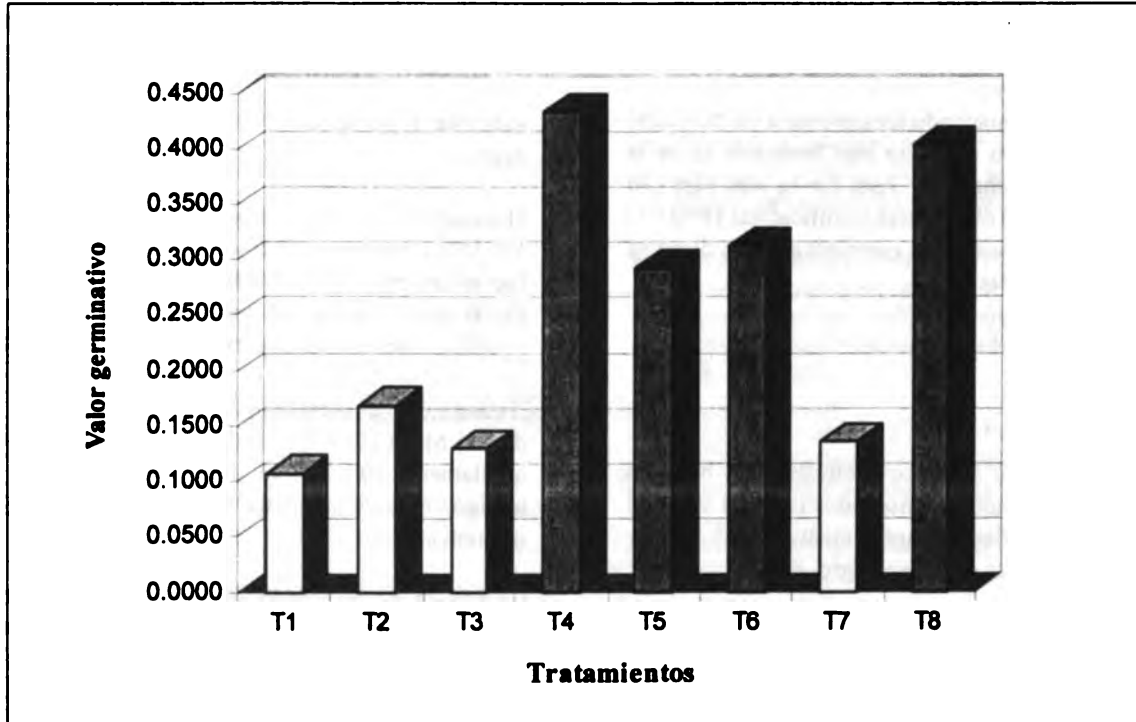


Figura 5. Vigor de la semilla de *Juglans neotropica* (Valor germinativo de Czabator) por efecto de los pretratamientos, Colombia

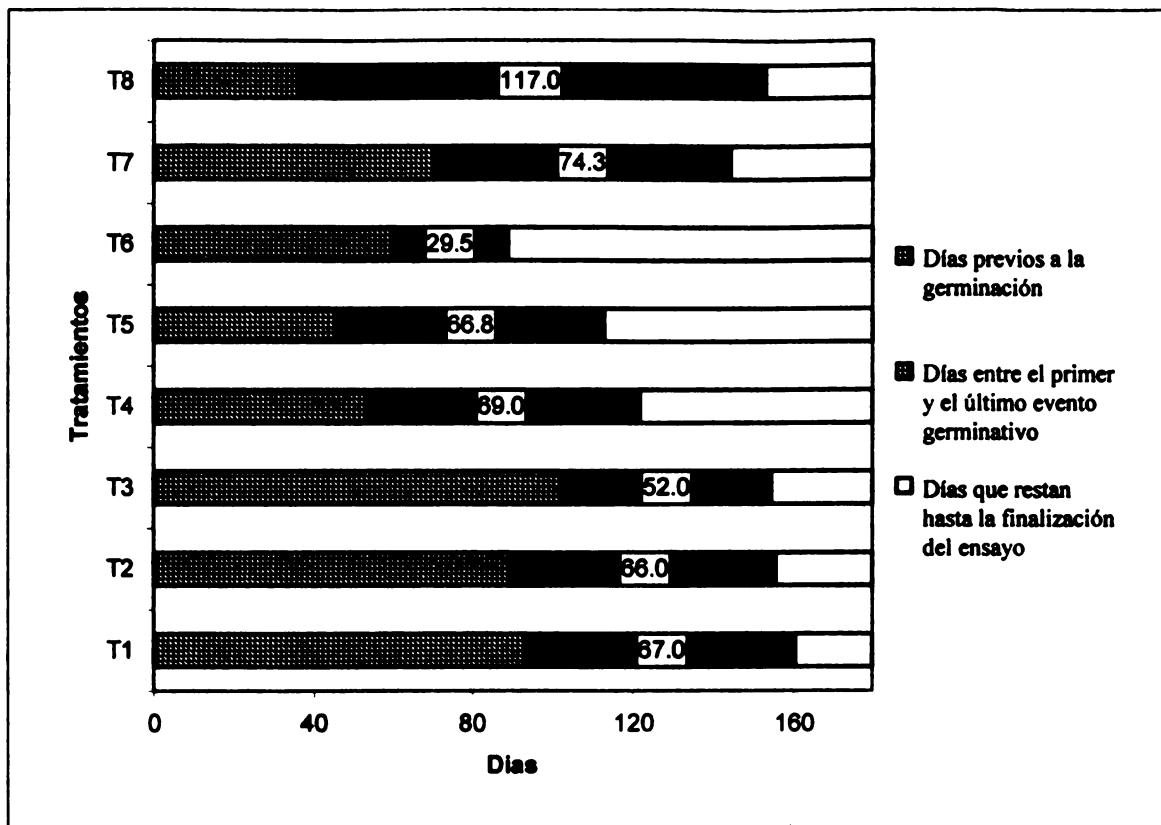


Figura 6. Dispersión de la germinación (Numero de días existentes entre el primer y ultimo evento germinativo) de semillas de *Juglans neotropica*, Colombia.

El tratamiento de osmoacondicionamiento a un potencial de -1.5 MPa (T6) tuvo el efecto más favorable sobre la dispersión de la germinación. Esta fue la más baja (30 días) pero no presentó diferencias significativas ($P < 0.05$) con el testigo. Este presentó la germinación más dispersa en un período de 60 días.

CONCLUSIONES

- Los tratamientos de osmoacondicionamiento bajo los tres potenciales osmóticos ensayados (-0.5, -1.0 y -1.5 MPa) fueron muy eficaces para aumentar la velocidad y el vigor a las semillas de cedro negro.
- Los tratamientos de estratificación durante 30 y 60 días (T2, T3) no fueron eficaces para superar la latencia profunda de esta especie. Probablemente se requieren períodos de estratificación mayores, entre 90 y 120 días.
- Se destaca la combinación de los tratamientos de osmoacondicionamiento (-1.0 MPa) y estratificación durante 60 días (T8) como el tratamiento más eficaz para

aumentar la velocidad y el vigor de la semilla de cedro negro.

- El tratamiento combinado de osmoacondicionamiento (-1.0 MPa) más estratificación durante 30 días (T7) no fue eficaz para aumentar la velocidad, el vigor ni la capacidad germinativa. Además, aumentó significativamente la dispersión de la germinación.
- El tratamiento de osmoacondicionamiento a un potencial de -1.5 Mpa (T6) redujo la dispersión de la germinación a solamente 30 días. Es decir, 37 días menos que el testigo, aunque estadísticamente no se encontraron diferencias entre ellos.
- La prueba de absorción de agua permitió delimitar adecuadamente las fases en que se realiza todo el proceso en la semilla de cedro negro. La fase de imbibición (I) duró 14 días, la de equilibrio dinámico (II) 10 días. El aumento en el contenido de humedad después de la fase II, el cual caracteriza la iniciación de la germinación (fase III), se produjo a partir del día 25 y la emergencia de la radícula se observó a partir del día 27.

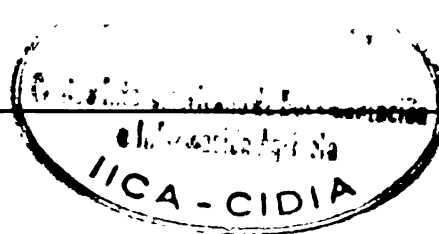
AGRADECIMIENTOS

A José Humberto Gallego y Orfa Jiménez, Jefe Auxiliar del Jardín Botánico de la Universidad de Caldas por el apoyo financiero a ésta investigación. A Adolfo León Gómez, Jefe del Invernadero del Jardín Botánico de Medellín, por su colaboración en el desarrollo del ensayo de germinación. Al profesor Guillermo Correa, por su asesoría en la parte estadística. A la profesora María Claudia Díez, Jefe del Laboratorio de Semillas Forestales de la Universidad Nacional de Colombia -Sede Medellín- por propiciar el uso del laboratorio.

BIBLIOGRAFIA

- Atwater, B.R. 1980. Germination, dormancy and morphology of the seeds of herbaceous ornamental plants. *Seed Sci. Tech.* 8: 523-573
- Bewley, J.D.; M. Black. 1983. *Physiology and biochemistry of seeds.* Berlin. Springer-Verlag, Vol. 1: 306 p.
- Bonner, F.T. 1980. Measurement of seed moisture in *Carya ovata* and *Juglans nigra*. Washington: USDA Forest Service. p.33-39
- Brocklehurst, P.A. y Dearman, J. 1983. Interactions between seed priming treatments and nine lots of carrot (*Daucus carota*), celery (*Apium graveolens*) and onion (*Allium cepa*) I. Laboratory germination. *Annals of Applied Biology* . 102 (3): 577-584.
- Brocklehurst, P.A. *et al.* 1987. Recent developments in osmotic treatment of vegetable seeds. *Acta Horticulturae.* 215:193-200.
- Chase, S.B. 1947. Eastern black walnut (*Juglans nigra*) germination and seedbed studies. *Journal of Forestry.* 45: 661-668.
- Czabator, F. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science.* 3(4):386-396.
- Dennis, F.G. 1994. Dormancy: what we know (and don't know). *Hortscience.* 21(11):1249-1255.
- Gordon, A.G. ; Rowe, D.C.F. 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. *Forestry Commission Bulletin* 59: 132.
- Gordon, A.G. *et al.* 1991. *Tree and shrub seed handbook.* Zurich: International Seed Testing Association.
- Hallgren, S.W. 1989. Effect of osmotic priming aerated solutions of polyethylene glycol on germination of pine seeds. *Annual Science Forest.* 46: 31-37.
- Heydecker, W.: *et al.* 1973. Accelerated germination by osmotic seed treatment. *Nature.* 246 (5247): 42-44.
- Heydecker, W.: *et al.* 1975. Invigoration of seeds. *Seed Science and Technology.* 3(¾): 881-888.
- Jett, L.W. ; Welbaum, G.E. 1997. A comparison of broccoli seed priming treatments. *Hortscience.* 32: 553-557.
- Laboriau, L.G. 1983. A germinacao das sementes. *Serie de biologia, Monografia* 24:174.
- Luna, F. 1979. *El nogal: producción de fruto y madera.* Madrid. Ministerio de Agricultura. 118 p.
- Martin, G.C.: *et al.* 1969. Changes in endogenous growth substances in the embryos of *Juglans regia* during stratification. *Jour. Am. Soc. Hort. Sci.* 1969: 13-17.
- Parera, C y D. Cantliffe. Presowing seed priming. *Horticultural Review.* No. 16:109-141.
- Piedrahita, E. 1987. Efecto del almacenamiento sobre la viabilidad de la semilla de roble (*Tabebuia rosea* Bertold DC). *Rev. Fac. Nac. de Agronomía, Medellín.* 40(1): 45-61.
- Piedrahita, E. 1997. Imprimación osmótica y no-osmótica de semillas de *Pinus patula* (Schlecht y Cham). Medellín. Trabajo de Grado (Magister en Silvicultura y Manejo de Bosques). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 214p.
- Saxena, O.P.; Singh, G. 1987. Osmotic priming studies in some vegetable seeds. *Acta Horticulturae.* No.215:201-207.
- Simabukuro, E.A.; Gualtieri, S.C. 1992. Efeito do pré-tratamento osmótico e do ácido 3-indolil acético na germinacao de *Prosopis juliflora* SW (DC). *Revista Ceres.* 39(222):177-188.
- Wang, B.S.P.; Downie, B. 1995. Priming and invigoration of tree seeds: innovations in tropical tree seed technology. *In: Proceedings of the IUFRO Symposium of the Project Group P.2.04.00. "Seed Problems". Arusha (Tanzania).* Sept. 7-10. 1995. p. 268-283.
- Wareing, P.F.; Van Staden, J.; Weeb, P. 1973. Endogenous hormones in the control of seed dormancy. *In: Heydecker, W.; ed. Seed Ecology.* London. Butterworths. pp.145-155.
- Williams, R. 1971. Stratified walnut (*Juglans regia*) seed still viable after four years in storage. *Tree Planter's Notes.* 22(4):1-2.





Producción y tratamiento de semillas de 20 especies maderables del bosque húmedo tropical en Honduras.

José A. Ramírez¹
Carlos H. Sandoval

INTRODUCCION

Los ecosistemas de la exuberante biodiversidad y riqueza del Litoral Atlántico de Honduras son los centros con mayor índice de destrucción de los recursos forestales del País. La deforestación, durante 1965 a 1992, se estima en 90,000 hectáreas por año, de las cuales unas 70,000 corresponden al bosque húmedo tropical. En los bosques latifoliados húmedos se encuentra la mayor expansión de la frontera agrícola, por lo que la destrucción es continua y acelerada.

En este proceso, se presenta una explotación irracional de especies maderables no tradicionales, de las cuales hasta 1994 se conocía muy poco sobre su silvicultura básica. Con el propósito de superar esta problemática, ESNACIFOR y OIMT estudian más de 25 especies no tradicionales en aspectos de fenología, viveros y plantación; ahora después de cuatro años de investigación se cuenta con los resultados básicos para emprender proyectos de reforestación con estas especies.

PRODUCCION Y TRATAMIENTOS DE SEMILLAS

El estudio comprende la observación de los sucesos fenológicos más sobresalientes de las especies seleccionadas, para determinar las épocas de producción de semillas (Cuadro 1). En seis áreas fenológicas semilleras con diferentes características edafo-climáticas se registra, en porcentajes de cobertura de copa, la presencia de foliación, defoliación, floración y fructificación; además se recolectan muestras botánicas fértiles que sirven para la identificación taxonómica de las especies seleccionadas, con el fin de asegurar la entrada de semillas con procedencia certificada al vivero y que de aquí salgan plantas con procedencia conocida, como se esquematiza en la Fig. 1.

Después de tres años de registro de información, se han podido determinar épocas aproximadas de recolección de semillas de 20 especies maderables del trópico húmedo; de aquí se desprende que, algunas especies estudiadas presentan un comportamiento especial y sobresaliente en la forma siguiente:

- Especies con dos producciones de fruto por año, ej. *Cojoba arborea*.
- Especies con diferentes épocas de producción de frutos, dependiendo de la altitud sobre el nivel del mar en que se le encuentre, ejemplo: *Symphonia globulifera*, *Calophyllum brasiliense* y *Hyeronima alchorneoides*.
- Alternabilidad en la producción de frutos, ejemplo: *Ceiba pentandra* (cada dos años); *Astronium graveolens*, *Macrohasseltia macroterantha*, *Vochysia guianensis* (lapsos mayores a dos años).
- La mayoría de las especies ofrecen sus frutos, con mayor concentración de mayo a setiembre, durante la época lluviosa y un bajo porcentaje producen frutos en la época seca (Cuadro 1 y Fig. 2).

La mayoría de las especies estudiadas ofrecen semillas recalcitrantes, ya que pierden rápidamente su viabilidad. Con las pruebas realizadas se ha determinado que las especies de semillas con testa blanda y/o suculentas, almacenadas a temperatura ambiente, los porcentajes de germinación más altos se obtienen dentro de los 10 y 20 días después de recolectadas; en las siembras realizadas dentro de los 15 días adicionales a ese período los resultados se reducen significativamente, como se muestra en el Cuadro 2. Las semillas con testa dura mantienen su viabilidad por períodos más prolongados (20-45 días), a excepción de *Guarea grandifolia* que se comporta como recalcitrante.

¹ ESNACIFOR-OIMT-PROECEN. Lancetilla, Honduras.

Cuadro 1. Épocas aproximadas de recolección de semillas de 20 especies maderables en el Litoral Atlántico de Honduras.

(3 AÑOS DE REGISTRO)

No.	ESPECIE	MESES CON FRUTOS MADUROS											
		E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
1	<i>Cojoba arborea</i> *		■	■	■			■	■				
2	<i>Symphonia globulifera</i>		■	■		■	■	■	**	■	■	■	
3	<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>				■	■							
4	<i>Tabebuia guayacan</i>				■	■							
5	<i>Guarea grandifolia</i>				■	■	■						
6	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>				■	■	■						
7	<i>Cordia megalantha</i>				■	■	■						
8	<i>Terminalia amazonia</i>				■	■	■						
9	<i>Dalbergia glomerata</i>				■	■	■						
10	<i>Dialium guianensis</i>				■	■	■	■					
11	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>					■	■						
12	<i>Vochysia guatemalensis</i>						■	■	■	■	■		
13	<i>Ilex tectonica</i>							■	■	■			
14	<i>Tapirira guianensis</i>							■	■	■			
15	<i>Vochysia guianensis</i>							■	■	■			
16	<i>Nectandra hihua</i>								■	■	■		
17	<i>Huertea cubensis</i>								■	■	■	■	
18	<i>Juglans olanchana</i>									■	■	■	■
19	<i>Calophyllum brasiliense</i>	■	■			■	■	**		■	■	■	■
20	<i>Hyeronyma alchomeoides</i>	■						■	■	**		■	■

* Dos producciones por año.

** Sitios con mayor altura sobre el nivel del mar.

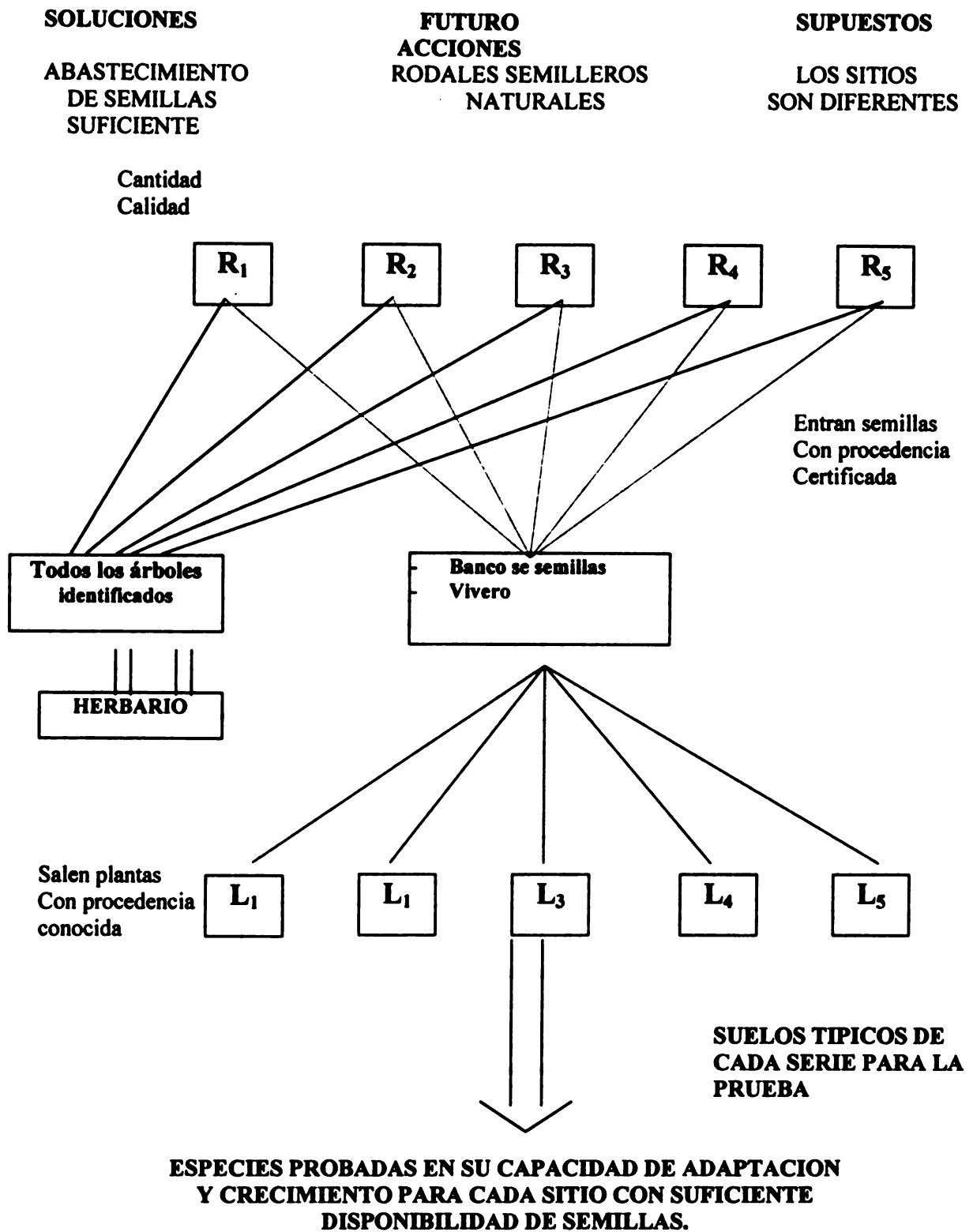


Figura 1. Recolección y manejo controlado de procedencia de semillas, Honduras.

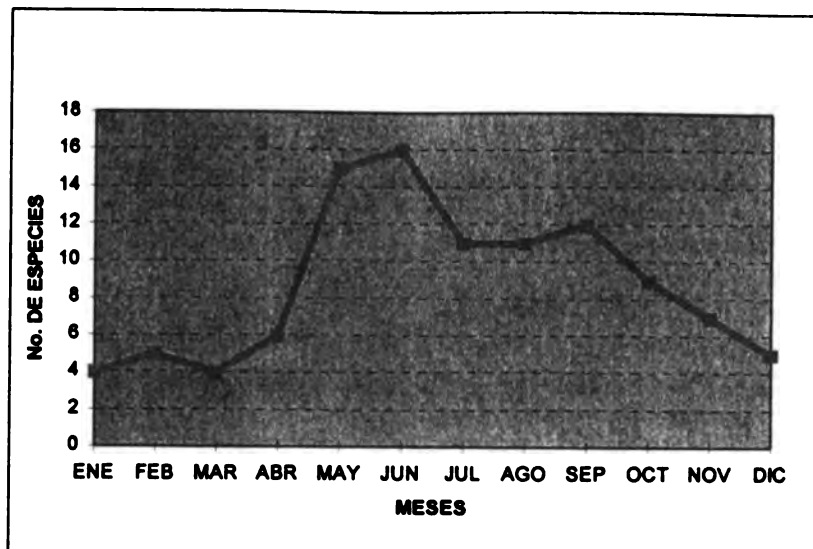


Figura 2. Número de especies forestales por mes para la recolección de semillas, Honduras.

Cuadro 2. Viabilidad de las semillas de 20 especies maderables del litoral Atlántico de Honduras, almacenadas a temperatura ambiente.

No.	Especie	Tiempo máximo de almacenamiento (Días)	Germinación con tratamiento más exitoso (%)	
			Semilla fresca	15 días adicionales
1	<i>Calophyllum brasiliense</i>	10	90	10
3	<i>Cojoba arborea</i>	10	80	0
2	<i>Cordia megalantha</i>	15	50	15
4	<i>Dalbergia glomerata</i>	10	40	8
5	<i>Dalbergia retusa</i>	10	40	3
6	<i>Dialium guianensis</i>	45	50	40
7	<i>Guarea grandifolia</i>	10	35	10
10	<i>Hiles tectónica</i>	30	64	25
8	<i>Huerteia cubensis</i>	15	86	20
9	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	20	40	15
11	<i>Juglans olanchana</i>	30	73	30
12	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	15	97	30
13	<i>Nectandra hihua</i>	15	95	22
14	<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>	15	50	10
15	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>	10	60	15
16	<i>Tabebuia guayacan</i>	10	70	15
18	<i>Tapirira guianensis</i>	10	90	25
17	<i>Terminalia amazonia</i>	10	13	5
19	<i>Vochysia guatemalensis</i>	10	95	30
20	<i>Vochysia guianensis</i>	10	90	30

TRATAMIENTOS PRE-GERMINATIVOS

Con el propósito de acelerar y uniformar la germinación de las semillas se han aplicado diferentes tratamientos pregerminativos, de acuerdo a las características de las semillas, que van desde la inmersión en agua fresca durante diferentes tiempos, sumersión en agua caliente y escarificación de la testa.

Para más del 50% de las semillas de las especies estudiadas ningún tratamiento fue necesariamente eficaz para mejorar

la germinación (Cuadro 3). En las especies *Dialium guianensis*, *Calophyllum brasiliense* y *Guarea grandifolia* el porcentaje de germinación mejoró significativamente al escarificar la testa. En las semillas de *Huerteia cubensis*, no obstante tener cubierta dura, fue suficiente la inmersión en agua durante 48 horas para mejorar la germinación, al igual que otras especies de semillas blandas. Semillas de *Vochysia guatemalensis*, *Symphonia globulifera* y *Nectandra hihua* requieren 36 horas de sumersión en agua fría para mejorar el porcentaje y calidad de germinación.

Cuadro 3. Tratamientos pregerminativos probados y de mejor resultado para 20 especies maderables del bosque húmedo de Honduras.

No.	ESPECIE	TRATAMIENTOS APLICADOS							TRATAMIENTO MAS EXITOSO	
		A 6 Horas S.A.F.	B 12 Horas S.A.F.	C 24 Horas S.A.F.	D 36 Horas S.A.F.	E 48 Horas S.A.F.	F 1 Min. S.A.C. a 80°C y 12 Horas S.A.F.	G Escarificación de la Testa		H Sin Tratamiento
1	<i>Cordia megalantha</i>		X	X					X	H
2	<i>Dalbergia glomerata</i>		X	X					X	H
3	<i>Tabebuia guayacan</i>		X	X					X	H
4	<i>Tabebuia donnell-smithii</i>		X	X					X	H
5	<i>Vochysia guianensis</i>		X	X					X	H
6	<i>Terminalia amazonia</i>		X	X	X				X	H
7	<i>Tapirira guianensis</i>		X	X	X				X	H
8	<i>Hyeronima alchorneoides</i>		X	X	X				X	H
9	<i>Plathymiscium dimorphandrum</i>	X	X	X					X	H
10	<i>Macrohasseltia macroterantha</i>	X	X	X					X	H
11	<i>Cojoba arborea</i>	X	X						X	H
12	<i>Juglans olanchana</i>			X	X	X			X	D
13	<i>Ilex tectonica</i>		X	X	X	X			X	D
14	<i>Huertea cubensis</i>		X	X	X	X			X	E
15	<i>Vochysia guatemalensis</i>	X	X	X					X	C
16	<i>Symphonia globulifera</i>		X	X	X				X	C
17	<i>Nectandra hihua</i>	X	X	X					X	C
18	<i>Dialium guianensis</i>		X	X	X		X	X	X	G
19	<i>Guarea grandifolia</i>		X	X	X		X	X	X	G
20	<i>Calophyllum brasiliense</i>		X	X	X			X	X	G

CONCLUSIONES

- El 55% de las especies estudiadas ofrecen sus frutos durante la época de lluvia, con mayor concentración de mayo a septiembre.
- Comportamiento de la producción:
 - Dos producciones de frutos por año (*C. Arborea* y *S. Globulifera*)
 - Diferentes épocas de producción, de acuerdo con la altitud sobre el nivel de mar en que se le encuentre (*C. brasiliense*, *H. alchorneoides* y *S. globulifera*)
 - Producción en años alternos (*M. macroterantha* y *V. guianensis*).
- Las semillas de las especies estudiadas son recalcitrantes y cuando se almacenan a temperatura ambiente, los porcentajes más altos de germinación se obtienen dentro de los 10 y 20 días después de recolectadas; pasado ese período los resultados se reducen significativamente.
- En más del 50% de las semillas de las especies evaluadas ningún tratamiento fue necesario para mejorar la germinación.
- En las semillas con testa dura, su escarificación ayudó a superar su habilidad germinativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Escuela Nacional de Ciencias Forestales; Organización internacional de las maderas tropicales. 1998. Fenología de Especies Nativas del Bosque Húmedo Tropical de Honduras. Tres años de Estudio en el Litoral Atlántico (1995-1998). Lancetilla, Tela, Honduras. Proyecto Estudio de Crecimiento de Especies nativas de Interés Comercial en Honduras. PROECEN. 18 p.
- Lombardi, I.; Nalvarte, A. W. 1998. Evaluación Técnica Intermedia del Proyecto Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras, PROECEN. Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR) - Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT). Siguatepeque, Honduras - Lima, Perú. 30 p.
- Secretaría de Planificación, Coordinación y Presupuesto; Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal; Secretaría de Recursos Naturales. 1996. Plan de Acción Forestal. PLANFOR 1996 - 2015; Vol. I, II y III. Tegucigalpa, Honduras.

Germinación y comportamiento en vivero de tres especies nativas y endémicas de la Española

Inés Alt. Familia'
Pedro de Jesús García

INTRODUCCION

La rica biodiversidad florística de La Española está compuesta por unas 5600 especies de las cuales un 36 % son endémicas. Esta vegetación está condicionada por cinco microclimas cuyas temperaturas se mantienen por encima de los 18 oC y una variación térmica de no más de 5 oC entre una estación y otra.

Esta escasa variación climática no afecta la adaptabilidad de las especies, lo cual se puede demostrar con las especies que crecen y se desarrollan de manera satisfactoria en el vivero del Jardín Nacional Rafael M. Moscoso, cuyas semillas son traídas de las diferentes zonas de vida que componen la geografía nacional.

En el país existe una escasa información acerca del comportamiento y germinación de las especies nativas y endémicas; partiendo de esto se realizó el presente estudio para determinar el porcentaje de germinación y crecimiento en vivero de las especies *Simarouba berteriana*, *Calophyllum calaba* y *Sideroxylon foetidissimum*.

DESCRIPCION BOTANICA DE LAS ESPECIES

Olivo

Simarouba berteriana Krug & Ekm.

Familia: Simaroubaceae

Status : Endémica

Arbol de unos 15 m de altura, de hojas compuestas, flores en inflorescencia colgante, pétalos amarillo verdoso de 4-6 mm. El fruto es una drupa redondeada globosa, negra cuando madura.

Crece en las zonas áridas al sur de la Rep. Dominicana hasta Puerto Príncipe; Haití, también en el extremo Este de la isla, específicamente en la provincia La Altagracia:

pero donde más abunda es en Las Dunas de Las Calderas de Baní.

Es una especie útil para arborizar calles, plazas y carreteras, también es usada como sombra. El fruto es comestible.

Aunque se conoce que esta especie crece en las zonas más áridas del país, se ha comprobado que en climas donde se producen constantes lluvias también se desarrollan sin mayores dificultades como lo confirman reportes de la Dirección Nacional de Parques en el Parque Nacional Los Haitices y en el Jardín Botánico Nacional donde es reproducida.

Mara

Calophyllum calaba

Familia: Clusiaceae

Status : Nativa

Arbol de unos 30 m de altura, de hojas elípticas a oblongo elípticas, redondeadas en el ápice, estrechada u obtusas; inflorescencia en racimos laterales o axilares con pocas flores mucho más cortas que las hojas, color blanco con sépalos redondeados. El fruto es una drupa globosa.

Esta especie se encuentra distribuida en toda América Central y las Antillas. En República Dominicana se le encuentra en todo el territorio a medianas y bajas elevaciones, especialmente en las riveras de los ríos. Tiene múltiples usos; su madera se utiliza en construcción, postes, viga para puentes, ebanistería, produce un látex que se utiliza en medicina casera; el fruto sirve de alimento para algunos animales.

Aunque esta especie crece generalmente a orillas de los ríos, se adapta fácilmente a diferente tipos de suelos y micro climas.

Caya

Sideroxylon foetidissimum

Familia: Sapotaceae

Status : Nativa

Arbol de hasta 25 m de altura, tronco de hasta 1.5 m de

¹Jardín Botánico Nacional Rafael M. Moscoso. Santo Domingo. República Dominicana.

diámetro, hojas oblongas a oblongo-ovaladas, redonda en el ápice, fascículos de varias a muchas flores amarillentas. El fruto es una baya amarilla oval, ácida, la madera color amarillo claro de corazón duro y resistente.

Es común en bosques a poca elevación, en República Dominicana se le encuentra en gran parte del territorio. Tiene múltiples usos, como: construcción de puentes, horcones, postes, construcciones y ebanistería. Es una planta melífera.

Aunque esta especie crece en bosques de mediana elevación, se le encuentra en otras altitudes.

Este es el caso del Jardín Rafael M. Moscoso, que a pesar de poseer unos suelos muy pobres esta especie ha tenido pocas dificultades en su crecimiento y desarrollo.

METODOLOGIA

Los ensayos fueron realizados en el vivero del J.B.N. de septiembre de 1997 a marzo de 1998; las semillas fueron colectadas en diferentes zonas del país, a excepción de *Simarouba berteroa* que fueron colectadas en las Calderas de Bani.

Los tratamientos aplicados fueron:

To = testigo. T1 = Inmersión en agua a 100 °C. por 2 minutos.

Se utilizaron camas de germinación de 4x1 m. bajo saram con luminosidad 60 %, con sustrato de arena Itabo 100 %, riego tres veces por semana, aplicación de insecticida y fungicida previos a la puesta en germinación y abono foliar, molusquicida e insecticida luego de la germinación.

De *S. berteroa* se tomaron 1,854 semillas con una sola repetición. De *Sideroxylon foetidissimum* 492 y de *Calophyllum calaba* 172 semillas.

Para determinar el promedio de crecimiento mensual en

cada especie se seleccionaron 50 individuos y luego una muestra representativa de 5 individuos por especie. Se realizaron mediciones mensuales durante seis meses, no hubo aplicación de fertilizantes, ni insecticida. Para el repique o trasplante el sustrato utilizado fue una mezcla de tierra y arena en una proporción de 3:1

RESULTADOS

Las semillas de *Simarouba berteroa* iniciaron la germinación a la segunda semana alcanzando la germinación total a las cuatro semanas, germinaron 1279 semillas para un porcentaje de 69% *Sideroxylon foetidissimum* iniciaron su proceso de germinación a las cuatro semanas alcanzando la germinación total a las seis semanas; germinaron 433 semillas, para un porcentaje de 88.4 % (Cuadro 1).

Calophyllum calaba iniciaron su germinación a las cinco semanas alcanzando la germinación total a las ocho semanas, germinaron 141 semillas para un porcentaje de 82%.

En *S. berteroa* se iniciaron las mediciones de altura cuando tenían 7.84 cm; el promedio de crecimiento mensual fue de 3.47 cm. La altura a los seis meses fue de 17.34 cm.

En *S. foetidissimum* se iniciaron las mediciones de altura cuando tenían 20.00 cm. El promedio de crecimiento mensual fue de 4.60 cm. y a los seis meses la altura fue de 31.21 cm.

En *C. calaba* se inició cuando la altura era de 6.64 cm; el promedio de crecimiento mensual fue de 5.37 cm y la altura final fue de 26.85 cm.

CONCLUSIONES

Con base en los resultados del estudio se concluye que *S. foetidissimum* fue la especie que alcanzó un mayor porcentaje de germinación y el mayor crecimiento; aunque

Cuadro 1. Respuesta en germinación de *Simarouba berteroa*, *Sideroxylon foetidissimum* y *Calophyllum calaba* en República Dominicana.

Especie	Cantidad de semillas	Semillas Germinadas	Germinación (%)	Tiempo de Germinación
<i>Simarouba berteroa</i>	1.854	1.279	69	4 Semanas
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	492	435	88.40	6 Semanas
<i>Calophyllum calaba</i>	172	141	82.00	8 Semanas

Cuadro 2. Crecimiento inicial de plántulas de *Simarouba berteriana*, *Sideroxylon foetidissimum* y *Calophyllum calaba* en República Dominicana.

Especie	Altura inicial (cm)	Altura final (cm)	Promedio de Crecimiento (cm)
<i>Simarouba berteriana</i>	7.84	17.34	3.47 cm.
<i>Sideroxylon foetidissimum</i>	20.00	31.21	4.60 cm.
<i>Calophyllum calaba</i>	6.64	26.85	5.37 cm.

tarda más en germinar se cree que es una especie a tomar en cuenta al momento de elaborar planes de reforestación a gran escala. Si se requiere de especies que perduren en el vivero, se puede tomar en cuenta el *S. berteriana*.

En el caso de *C. calaba*, puede ser tomada en cuenta al momento de planificar proyectos de repoblación tanto urbana como rural, acepta cualquier tipo de poda de formación y proporciona atractivos trabajos ornamentales, se adapta fácilmente a diferentes tipos de suelo y ofrece un porcentaje de germinación aceptable, en comparación con las especies introducidas.

Estos ensayos no son definitivos, ya que existen diferentes factores que influyen en la germinación y el crecimiento de las especies, en trabajos posteriores se tomarán en cuenta factores como: diferentes tipos de sustrato, aplicación de otros tratamientos pre-germinativos, fertilizantes etc.

REFERENCIAS

- Mejía, M.; García, R.; Jiménez F. 1997. Importancia de las especies nativas y endémicas en la reforestación. Sto. Dgo. R.D. Jardín Botánico Nacional.
- Gunter, D.; Peralta, L.; Torres, G. 1995. Investigación y manejo de especies maderables de uso común en La Sierra. Santiago R.D. Plan Sierra.
- Geilfus, F. 1989. El árbol al Servicio del Agricultor. Sto.Dgo. R.D. Enda Caribe.
- Liogier, A. 1978. Árboles dominicanos. Sto. Dgo. R.D., Jardín Botánico Nacional.
- Liogier, A. 1974. Diccionario botánico de la española. Sto. Dgo. R.D., Jardín Botánico Nacional.



Variación en parámetros de germinación después de dos años de almacenamiento en *Alnus acuminata*.

Olman Murillo¹;
Sandra Quirós²
Yorlery Badilla²

INTRODUCCION

El jaúl (*Alnus acuminata*) es una especie forestal nativa de amplia utilización en las zonas altas de Costa Rica. No se conocen reportes sobre la capacidad y respuesta de su semilla al almacenamiento en períodos mayores a un año (Murillo 1998). Son pocos los estudios que han registrado la respuesta de semilla de especies forestales al almacenamiento al nivel de variación entre familias de árboles (Müller 1997). El control genético de la germinación y de la respuesta al almacenamiento puede tener gran importancia para el manejo de los recursos genéticos forestales (El-Kassaby *et al.* 1992; Davidson *et al.* 1996). Pero son pocos los estudios a este nivel de detalle realizados en este campo y menos aún con especies de zonas tropicales (Müller 1997).

METODOLOGIA

Se trabajó con semilla de 50 árboles de una población natural de *A. acuminata* procedente de Tecpán, Chimaltenango, Guatemala, colectada en enero de 1997 por el Banco de Semillas Forestales de Guatemala (BANSEFOR). Los árboles estaban separados por más de 50 m y fueron colectados en el mismo día. El primer análisis de germinación se realizó dos meses después de la colecta utilizando cuatro repeticiones de 50 semillas cada una, para cada uno de los 50 lotes. Las semillas muy pequeñas, incompletas y visiblemente dañadas fueron descartadas manualmente. Las semillas fueron germinadas en platos petri con papel filtro, colocados en cámaras bajo las siguientes condiciones ambientales:

Luz: 12 horas
Temperatura: 10 °C mínimo (oscuridad) y 24 °C máximo (luz)
Humedad relativa del aire: entre 50 y 60% para ambos períodos

Los platos petri fueron cambiados cada dos días de posición dentro de la cámara de germinación con el fin de disminuir errores experimentales. El ensayo de germinación se extendió hasta 40 días y las semillas se evaluaron cada 2-3 días, considerando como germinadas las de radícula más larga que el tamaño de la semilla. El análisis de la energía germinativa y su dinámica se basó en el parámetro conocido como Valor Pico (Czabator 1962), el cual se obtiene al dividir cada vez el acumulado de germinación entre el número de días correspondiente. El porcentaje de germinación y el valor pico obtenidos para cada lote de semilla fueron ordenados en tres categorías de germinación:

1 ó alto = > 66.6%
2 ó medio = 33.3 to 66.6%
3 ó bajo = < 33.3%

con los datos de Valor Pico se tomó el valor máximo observado (9,54) y se le consideró como el 100%, a partir del cual se establecieron entonces tres categorías de valor pico:

1 ó alto = > 6.36
2 ó medio = 3.18 to 6.36
3 ó bajo = < 3.18

Estos análisis de germinación y energía germinativa se continuaron cada seis meses con el mismo procedimiento descrito hasta los dos años, con las familias que aún tenían suficiente material. Para evitar confusión en los datos, el análisis global fue basado únicamente en las familias evaluadas durante todo el período.

¹ Escuela de Ing. Forestal, Instituto Tecnológico de Costa Rica. omurillo@itcr.ac.cr

² Consultora Fundación para el Desarrollo Cordillera volcánica Central, Costa Rica. ybadilla@hotmail.com

RESULTADOS Y DISCUSION

El Cuadro 1 resume los principales resultados registrados en esta investigación. Ocurre una tendencia clara hacia la disminución con el tiempo, tanto en porcentaje de germinación como en el valor pico de germinación en casi todas las familias. En términos porcentuales, la tasa de disminución en germinación fue similar para los tres grupos de familias de árboles. Sin embargo, ambos parámetros disminuyeron mucho menos en valores absolutos en aquellas familias cuya tasa inicial de germinación era inferior al 33% (Fig. 1 y 2).

En términos globales el promedio inicial de germinación fue de 48,32% y disminuyó 25 meses después a un 28,66%, lo cual implica una reducción promedio en germinación de 0,78%/mes para las condiciones de almacenamiento de esta investigación. Las familias con menor germinación inicial registraron entonces una tasa de disminución de 0,35% / mes, las familias de clase de germinación inicial media de 0,98% / mes; mientras que las familias con la

mayor tasa de germinación inicial una tasa de 1,15% / mes. Cabe señalar que la clase de germinación inferior no había perdido (0% germinación) ninguna de las siete familias iniciales después de 25 meses de almacenamiento. En las tres clases de germinación la variación entre familias evidenció un patrón de mayor a menor variabilidad desde la clase inferior a la superior. Sin embargo, el coeficiente de variación aumentó en cada una de las mediciones, con un incremento en la clase inferior del 48,5% al inicio hasta un 94,6% a los 25 meses; en la clase de germinación media aumentó de un 24 a un 47%; y en la clase superior pasó de un 6 a un 36,7%; esta última clase registró la mayor tasa de aumento en la variación entre familias. Este fenómeno se debe a que las familias dentro de cada clase reaccionaron diferente al almacenamiento. En las tres clases se observaron familias con una drástica disminución en su porcentaje y energía germinativa, mientras que otras mantuvieron casi exactamente los mismos valores iniciales. Además de aspectos genéticos propios de cada familia, alguna variación en el porcentaje de humedad al inicio del almacenamiento puede también haber influido en la respuesta al almacenamiento.

Cuadro 1: Comportamiento del porcentaje y valor pico de germinación, durante 25 meses de almacenamiento, de semilla de familias de *Alnus acuminata* de Tecpán, Guatemala.

Clases de germinación	Familias (No.)	1 mes (feb 97)	9 meses (set 97)	13 meses (feb 98)	Disminución al año 1 (%)	25 meses (feb 99)	Disminución a los 2 años (%)
< 33,3%	7	19,07	16,64	11,50	40,00	10,45	45,0
De 33,3 a 67%	18	48,39	42,75	35,22	30,00	23,89	54,5
> 67%	12	75,28	60,75	47,79	39,00	46,43	41,5
Clases de valor pico (semillas/día)							
< 3,18	13	1,93	0,89	0,32	83,40	0,34	82,4
De 3,18 a 6,36	13	4,36	1,44	0,72	83,50	0,59	86,5
> 6,36	11	7,62	2,09	0,97	87,27	1,20	84,25

En un trabajo anterior con este mismo material se encontró que el peso de las 1000 semillas mostró una correlación positiva y significativa, pero no superior al 62-66%, con respecto a estos dos parámetros de germinación (Murillo 1998). Lo cual indica que en un 34-38% de las familias, el peso de su semilla no tuvo ninguna relación con su porcentaje de germinación.

La mayor tasa de disminución se obtuvo en las dos clases superiores y la menor en la clase inferior (Fig. 1 y 2). Al cabo de dos años de almacenamiento, las diferencias entre las tres clases iniciales disminuyó notablemente.

CONCLUSIONES

La mayor tasa de disminución en el porcentaje y energía

germinativa se registró en las dos clases superiores al inicio y la menor en la clase inferior. Al cabo de dos años de almacenamiento, las diferencias entre las tres clases iniciales disminuyó notablemente. Los resultados sugieren la existencia de fuerzas evolutivas que previenen la desaparición de las familias con una baja energía y porcentaje de germinación inicial. Con lo cual se logra el mantenimiento en la población, por un buen periodo, de una determinada diversidad genética mínima.

En términos globales el promedio inicial de germinación fue de 48,32% y disminuyó 25 meses después a un 28,66%. Esto implica una reducción promedio en germinación de 0,78%/mes para las condiciones de almacenamiento de esta investigación. Las familias con menor germinación inicial registraron una tasa de disminución de 0,35% / mes, las familias de clase de germinación inicial media de 0,98% /

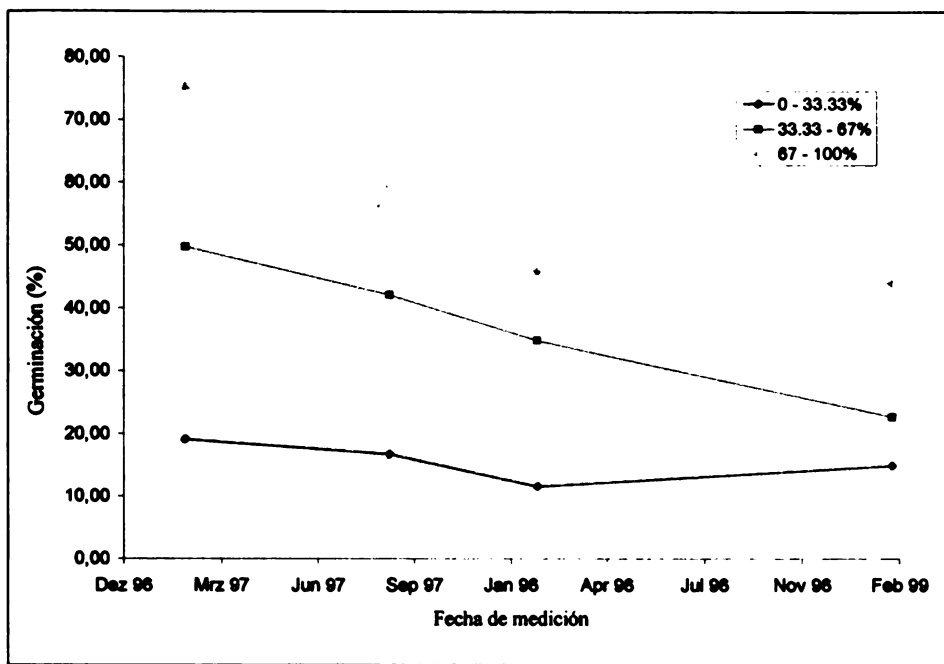


Figura 1. Comportamiento del porcentaje de germinación de 50 familias de *Alnus acuminata* procedente de Tecpán, Guatemala, durante 25 meses de almacenamiento.

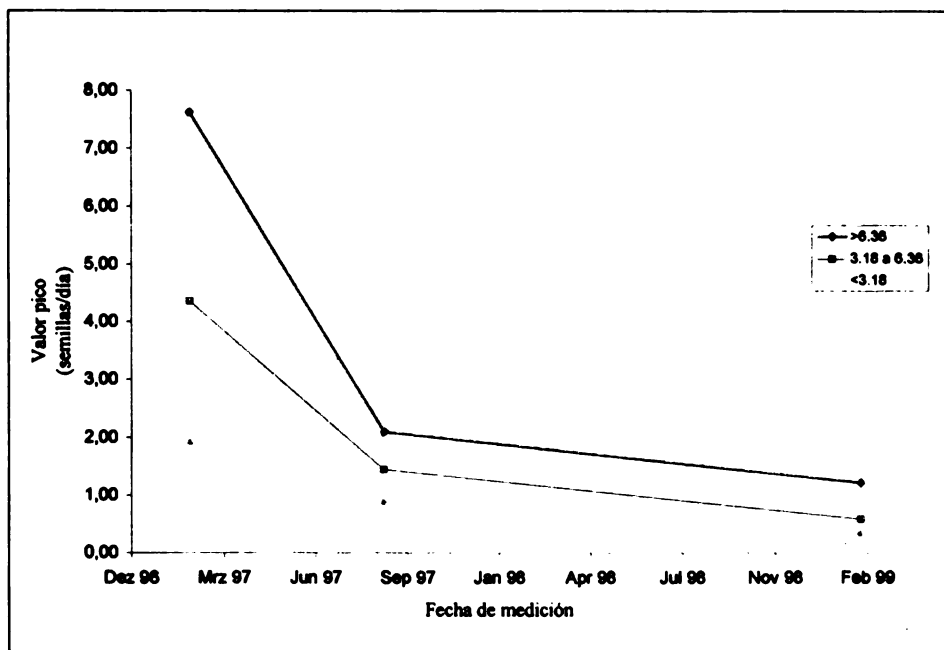


Figura 2. Comportamiento del valor pico de germinación de 50 familias de *Alnus acuminata* procedente de Tecpán, Guatemala, durante 25 meses de almacenamiento.

mes; mientras que las familias con la mayor tasa de germinación inicial una tasa de 1,15% / mes.

BIBLIOGRAFIA

- Czabator, F.J. 1962. Germination value: an index combining speed and completeness of pine seed germination. *Forest Science* 8: 386-396.
- Davidson, R.H., Edwards, D.G.W., Sziklai, O. & El-Kassaby, Y.A. 1996. Genetic variation in germination parameters among populations of pacific silver fir. *Silvae Genetica* 45: 165-171.
- El-Kassaby, Y.A., Edwards, D.G.W. & Taylor, D.W. 1992. Genetic control of germination parameters in douglas-fir and its importance for domestication. *Silvae Genetica* 41: 48-54.
- Murillo, O. 1998. Variación en parámetros de germinación de una población natural de *Alnus acuminata* de Guatemala. *Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales*. No.19: 4-8.
- Müller, E. 1997. Investigaciones en frutos y semillas de árboles individuales de cinco especies forestales de la Región Huetar Norte de Costa Rica, con especial consideración en el almacenamiento). *Disertación de doctorado.COSEFORMA*. Documento del Proyecto No. 51. 237 p.

Empleo de bajas temperaturas en la conservación de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze

V., Piriz Carrillo¹;
H., Fassola²;
A., Chaves¹
A., Mugridge¹

INTRODUCCION

Algunas especies de árboles tropicales tienen semillas que son consideradas como recalcitrantes (King y Roberts 1979). Roberts (1973) las define como aquellas semillas que no pueden ser deshidratadas por debajo de un relativamente alto contenido de humedad, ni pueden ser almacenadas por largos períodos. Dichas semillas generalmente son grandes y carnosas, requieren constantes condiciones de alta humedad y temperatura, las cuales conducen a una inmediata germinación, no pudiendo resistir la desecación y perdiendo rápidamente su viabilidad aún en condiciones ambientales secas o húmedas (Vazquez-Yanes 1987).

Según Tompsett (1984), cuatro especies del género *Araucaria* no pueden ser conservadas con contenidos de humedad por debajo del 25-40%. Específicamente para el caso de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, el nivel crítico de humedad, por debajo del cual hay pérdida total de viabilidad, es aproximadamente el 38% (Eira *et al.* 1994).

Si bien, en el caso de semillas recalcitrantes de zonas tropicales y subtropicales, no existen antecedentes de conservación prolongada, sí los hay en el caso de semillas de este tipo procedentes de zonas templadas (Suszka y Tylkowski 1980; Bonner 1995).

Diversos estudios fueron conducidos a fin de poder encontrar algún método de conservación eficaz para semillas recalcitrantes. Prage (1964) logró conservar semillas de *A. angustifolia* (Bert.) O. Kuntze manteniendo alto el poder germinativo durante cinco meses, utilizando bajas temperaturas (0-5°C) y envases de vidrio y polietileno para el almacenamiento.

En Argentina, se logró conservar semillas de *A. angustifolia* a 0°C, manteniendo el poder germinativo durante 270 días (Mugridge y Chaves 1995). Para ello se utilizaron envases elaborados con películas plásticas flexibles con diferentes características de permeabilidad a los gases y al vapor de agua. Dichas películas permiten una cierta modificación de la atmósfera interior y mantienen elevado el contenido de humedad dentro del envase.

La conservación a bajas temperaturas es útil si se desea programar la siembra tanto a campo, como en vivero. Sin embargo, si se considera la ciclicidad de la producción de semillas de la especie, prolongar los tiempos de conservación contribuiría también a contar con un abastecimiento adecuado de semillas en los años en que la producción es escasa.

El objetivo de este trabajo fue estudiar la influencia de diferentes atmósferas modificadas (obtenidas mediante el empleo de películas plásticas con distintos grados de permeabilidad a los gases y vapor de agua) y temperaturas de almacenamiento refrigerado, sobre la conservación del poder germinativo de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, durante un período superior a nueve meses.

MATERIALES Y METODOS

Se utilizaron semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze, provenientes del Campo Anexo Manuel Belgrano (EEA INTA-Montecarlo), localidad de San Antonio, provincia de Misiones-Argentina; fueron transportadas por vía terrestre hasta los laboratorios del CIDCA, en la ciudad de La Plata, provincia de Buenos Aires.

Las semillas fueron sometidas a un tratamiento con fungicida (Captan P.M. 20g/10 l de agua) por inmersión durante 10 minutos.

¹ Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos (CIDCA). CONICET-Fac. Cs. Exactas Univ. Nac. de La Plata-Pcia. de Bs. As.-Argentina.

² EEA Montecarlo, INTA Pcia. de Misiones-Argentina.

Cuadro 1: Características técnicas de las películas plásticas flexibles utilizadas para el empaque de semillas de *Araucaria angustifolia* en Argentina.

Características del empaque	Películas	
	PE	EVA
Permeabilidad al O ₂ (cm ³ /m ² /24 hs/atm/23°C)	3.000	3.732
Permeabilidad al CO ₂ (cm ³ /m ² /24 hs/atm/23°C)	10.000	17.012
Transmisión al vapor de agua (gr/m ² /24 hs/%/HR/30°C)	7.2	16
Espesor (μ)	50	15

Luego de eliminar el exceso de agua, aproximadamente 800g de semillas, muestreadas al azar, fueron acondicionadas en envases elaborados con películas plásticas flexibles. Las películas utilizadas fueron: *Etil-vinil-acetato* (EVA) y *Polietileno* (PE) cuyas características técnicas se muestran en el cuadro 1.

Las semillas fueron almacenadas a 0, 4, y 10°C durante 360 días. Los paquetes que contenían las semillas fueron colocados en las cámaras de forma tal de no disminuir la superficie de transferencia de la película con el medio.

Se utilizó un diseño factorial 2 x 3 x 7 x 2 donde los factores fueron película, temperatura y tiempo de almacenamiento refrigerado, usando dos repeticiones. Los datos fueron analizados mediante un ANOVA y las medias se compararon con el test LSD con un grado de significación $\alpha=0,05$. Las muestras se extrajeron bimestralmente de todas las condiciones de ensayo.

El poder germinativo se determinó colocando dos bandejas de cada repetición (con 10 semillas cada una), con arena humedecida en una cámara de germinación a 27°C durante 45 días. Los resultados se expresaron en porcentaje de semillas germinadas.

El poder germinativo inicial, se determinó colocando una muestra de 40 semillas en la cámara de germinación en forma inmediata a su arribo al laboratorio.

La pérdida de peso se determinó por diferencia entre el peso inicial de las bolsas que contenían las semillas y el correspondiente a los obtenidos luego de los distintos períodos de almacenamiento refrigerado. Se empleó una balanza granataria con exactitud $\pm 0,1$ g. Los resultados se expresaron en g%.

El contenido de humedad se determinó sobre 10 semillas provenientes de cada condición de ensayo y se obtuvo por

diferencia entre el peso de las mismas a la salida del almacenamiento refrigerado y el alcanzado, luego de secadas hasta peso constante (en estufa a 103°C).

Para determinar el contenido de almidón presente en las semillas, se realizó una hidrólisis del endosperma con ácido clorhídrico 10% y se dosaron los azúcares resultantes por HPLC utilizando un cromatógrafo Waters equipado con un detector por índice de refracción. Se empleó una columna Accubon amino 5μ y acetonitrilo-agua como solvente de corrida.

RESULTADOS

Poder germinativo. Se consideró como semilla germinada a aquellas con una emergencia radicular superior a 3 mm. A partir de los 60 días de almacenamiento refrigerado, a 4 y 10°C, se observó germinación de las semillas dentro de los envases, en distintos grados de evolución. Los mayores porcentajes de semillas germinadas dentro de los envases se registraron a 10°C, mientras que no se halló emergencia radicular a 0°C, independientemente de la película utilizada para su empaquetamiento y del tiempo de almacenamiento. Para determinar el poder germinativo, después de cada período de almacenamiento refrigerado se descartaron aquellas semillas que estaban germinadas en las bolsas, por haber considerado que se dañarían durante la siembra. Por esta razón, los datos informados sólo se refieren a las semillas que no salieron germinadas de las cámaras de almacenamiento refrigerado.

Al analizar los datos se observó que hubo diferencias significativas debido a los distintos tiempos de almacenamiento ensayados, como así también hubo diferencias en la interacción entre temperatura y tiempo.

En la Fig. 1 se muestra el % de germinación en función de la película de envase, temperatura y tiempo de almacenamiento. Se observa que entre los 4 y 6 meses de conservación hay un máximo de germinación en todas las condiciones de ensayo, siendo menor a 10°C. También se observa que a los 12 meses de almacenamiento el poder germinativo es mayor a 0°C, cuando las semillas fueron envasadas con la película EVA. Además se aprecia una ligera diferencia (no significativa LSD=26,9) de comportamiento entre películas cuando las semillas fueron almacenadas a 0 y 10°C; los mayores valores se encuentran con el uso de la película EVA.

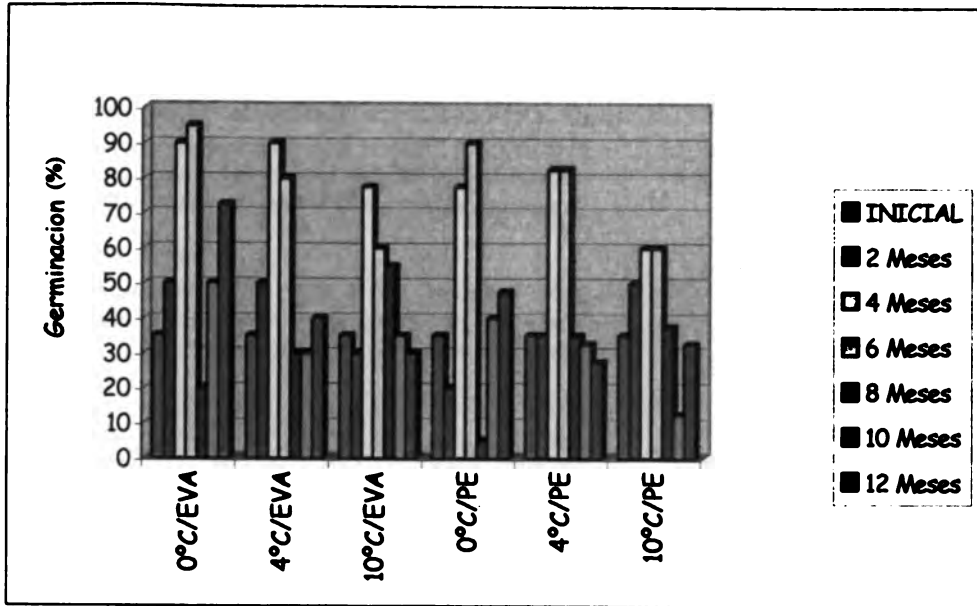


Figura 1. Germinación (%) de semillas de *Araucaria angustifolia* en función de la película de envase, temperatura y tiempo de almacenamiento en Argentina.

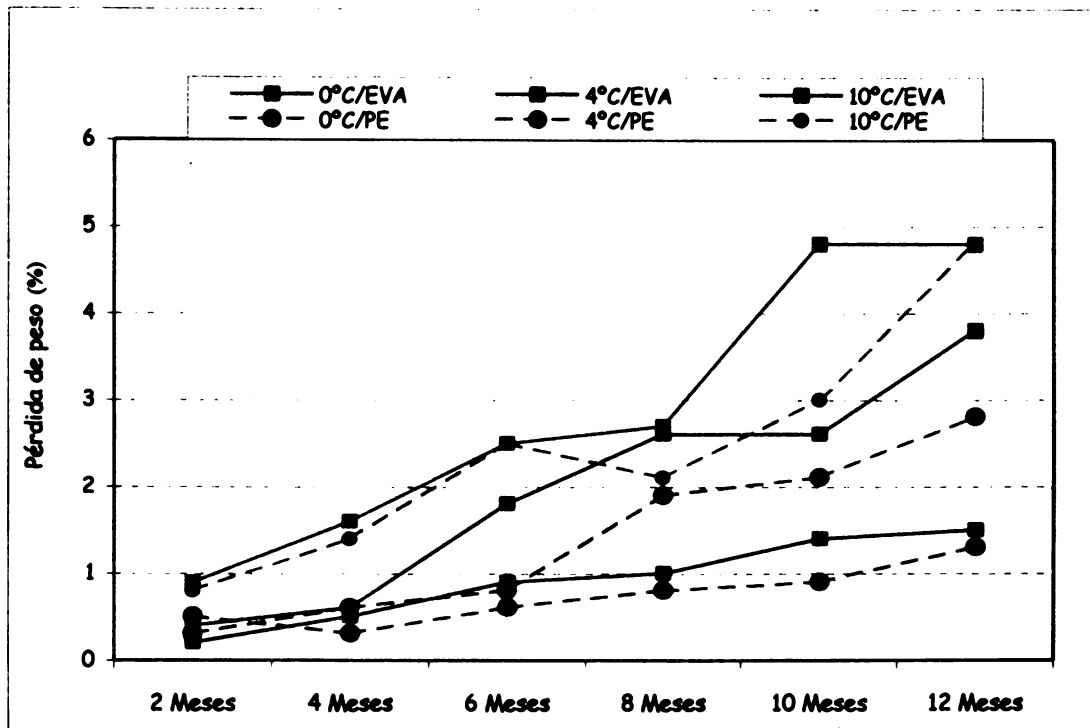


Figura 2. Pérdida de peso (%) de las semillas de *Araucaria angustifolia* envasadas en función de la película utilizada, temperatura y tiempo de almacenamiento refrigerado en Argentina.

Pérdida de peso. En la Fig. 2 se observa que la pérdida de peso registrada a 0°C a lo largo del tiempo de almacenamiento es menor con respecto a las demás temperaturas; no presentando, además, diferencias significativas (LSD=1,4) entre películas. Sin embargo, cuando el almacenamiento se realizó a 4 y 10°C se observó diferencia de comportamiento entre películas a partir de los 6 meses de almacenamiento.

Los valores mayores de diferencia de pérdida de peso se registraron a 10°C, para ambas películas, a lo largo de todo el almacenamiento.

Contenido de humedad. El valor del contenido de humedad inicial hallado fue del 44,63%. Este no mostró diferencias durante el transcurso del almacenamiento refrigerado con las temperaturas y las películas de envase ensayadas.

Contenido de almidón. Los resultados mostraron que éste no manifestó diferencias con el uso de las diferentes películas y tiempos de almacenamiento. A partir de los dos meses de conservación se registró una tendencia a disminuir el contenido de almidón inicial (61,5%) cuando el almacenamiento se realizó a 10°C; sin embargo, a 0 y 4°C no se observan variaciones en los distintos tiempos de almacenaje.

CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos permiten concluir que el poder germinativo de las semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze se conserva mejor a 0°C cuando las mismas se empaquetan con la película EVA, dado que:

- A 0°C no se observó germinación en cámara a ningún tiempo de almacenaje.
- Luego de 12 meses de almacenamiento a 0°C el poder germinativo es mayor.
- La menor pérdida de peso se observó a 0°C, a lo largo del almacenamiento.
- A esta temperatura hubo un poder germinativo ligeramente mayor cuando las semillas se envasaron con la película EVA.

BIBLIOGRAFIA

- Boner, F.T. 1995. Storage of temperate recalcitrant forest tree seeds. Innovations in Tropical Tree Seed Technology. IUFRO Symposium. Arusha, Tanzania. pp.30-36
- Eira, M.T.S., Salomao, A.N. Da Cunha, R., Carrara, D.K. y Mello, C.M.C. 1994. Efeito de teor de agua sobre a germinação de sementes de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze-Araucariaceae. Revista Brasileira de Sementes. 16 (1): 71-75.
- King, M.W. y Roberts, E.H. 1979. The storage of recalcitrant seed-achievements and possible approaches. International Board for Plant Genetic Resources. Rome. 96 p.
- Mugridge, A. y Chaves, A.R. 1995. Conservación por refrigeración del poder germinativo de semillas de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze. Informe técnico presentado a EEA INTA Montecarlo. 12 p
- Prage, P.W. 1964. Estudo de conservação do poder germinativo de sementes de *A. angustifolia* (Bert) O. Kuntze. Anuario Brasileiro de Economia Forestal. 16: 43-53.
- Roberts, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. Seed Sci. & Technol. 1: 499-514.
- Suszka, R. y Tylkowski, T. 1980. Storage of acorns of the English oak (*Quercus robur* L.) over 1-5 winters. Arboretum Kronickie. Rocznik XXV.
- Tompsett, P.B. 1984. Desiccation studies in relation to the storage of *Araucaria* seed. Ann. Appl. Biol. 105: 587-589.
- Vázquez-Yanes C. 1987. El almacenamiento de semillas en la conservación de especies forestales. Ciencia 38: 239-246.



Almacenamiento de semillas forestales en Panamá

Eduardo A. Aguilar¹

INTRODUCCION

El Banco de Semillas Forestales de la Asociación Nacional del Ambiente - ANAM está ubicado en el Centro Para el Desarrollo Sostenible (CEDES) en el Proyecto CEMARE, en la comunidad de Farallón -Río Hato - Antón -Provincia de Coclé, República de Panamá. En esta zona se registra una precipitación promedio de 1100 a 1300mm por año, con temperaturas diarias que oscilan entre los 20°C como mínimo y 35°C máximo.

Los procesos biológicos de la semilla se pueden medir por la capacidad de conservar su viabilidad. El almacenamiento pretende proteger las semillas de daños físicos para minimizar en lo posible la pérdida del poder de germinativo.

Almacenar semillas de *Acacia mangium*, *Eucalyptus camaldulensis*, *Swietenia macrophylla*, *Cedrela odorata*, *Pinus caribaea*, *Bombacopsis quinatum*, en condiciones ambientales favorables ha sido el propósito de este estudio. Los objetivos específicos son:

- Conocer bajo qué condiciones de almacenamiento de semillas de estas especies pueden conservar su viabilidad.
- Aprovechar al máximo los mejores años de producción en árboles semilleros previamente seleccionados, para garantizar el suministro de semillas de buena calidad.

METODOLOGIA

Los análisis consistieron en determinar el peso, grado de pureza, contenido de humedad y germinación. Luego las semillas fueron almacenadas en el cuarto frío del Banco de Semillas a temperaturas entre los 2° y 5°C en envases plásticos transparentes opacos y bolsas de papel.

Se realizaron tres pruebas de germinación para cada una de las especies, cada seis meses, para un año de almacenamiento. Se utilizaron cien semillas por prueba. Las pruebas se realizaron en camas con arena esterilizada con agua caliente en el invernadero, a excepción de las

pruebas para las procedencias de *Acacia mangium* y *Eucalyptus camaldulensis*, que se realizaron en el laboratorio del Banco de Semillas utilizando papel filtro como sustrato en platos petri, aplicándoles el riego según el grado de humedad que mantenía el mismo. A estas muestras de semillas no se les realizó la prueba del porcentaje de humedad, porque la cantidad de material fue de 5g.

Se aplicó riego normal (una o dos veces al día) en el invernadero, de acuerdo a las condiciones climáticas prevalecientes de la zona.

Se realizó el conteo diario de plántulas nacidas una vez se inició la germinación hasta finalizar la misma.

DESCRIPCION DE LAS ESPECIES

1- *Acacia Mangium*: Leguminosaceae
Acacia mangium Will

Nombres comunes: mangium. Especie pionera y heliófita que tiene su origen y distribución natural en el noreste de Australia, Papúa - Nueva Guinea y el este de Indonesia. Su madera tiene diversos usos en la construcción, artesanías, muebles, tableros, plywood, pulpa, leña y carbón. Alcanza alturas de 25 y 30 m con dap de hasta 90cm en su ambiente natural. Es normal encontrarla desde el nivel del mar hasta los 720 m, no obstante se recomienda plantar la especie en zonas cuyas precipitaciones sean mayores a 2000mm, temperatura estable y sin períodos secos prolongados. Crece bien en suelos infértiles, con estructura desfavorable, con pendiente fuerte, erosionados y con pH bajo.

2- *Eucalyptus camaldulensis*, Myrtaceae
Eucalyptus camaldulensis Dehnh.

Nombres comunes: red river gum, red gum, murray red gum, river gum. El árbol crece en una variedad de climas, desde tropicales hasta subtropicales; crece muy bien en suelos relativamente pobres y en áreas con sequías prolongadas. *Eucalyptus camaldulensis* se encuentra casi en todo el continente de Australia. En Australia es el eucalipto de más amplia distribución y ocurre a lo largo o cerca de casi todos los cursos de agua estacionales en las

¹Proyecto CEMARE, Panamá

zonas áridas y semiáridas. Cuando la madera está completamente seca, constituye un combustible excelente, muy apreciado en Australia. El duramen rojizo es moderadamente fuerte, duradero y resistente a las termitas. Se utiliza en construcción general y es la madera dura más importante en el interior de Australia. La miel producida por abejas que se alimentan con el néctar de las flores es clara y de color pálido, con un sabor suave y agradable.

3- *Swietenia macrophylla* . Meliaceae

Nombres comunes: Caoba, caoba de hoja grande, caoba del sur, caoba del atlántico (América Central, México y Colombia). Especie monoica, alcanza alturas de 35 a 45 m y diámetros de 75 a 150 cm, copa ancha, fuste recto, libre de ramas hasta un 50% de su altura total, presenta raíces tablares sobre todo en los árboles viejos. Es una especie comercial e internacionalmente demandada como madera preciosa; se utiliza en construcciones livianas y molduras, embarcaciones (cobertura, peso), acabados, divisiones interiores y muebles de lujo. Se distribuye naturalmente al sur de México (Oaxaca, Veracruz, Tabasco y al sur de la Península de Yucatán) desde la altitud de 220 N, en la vertiente del Atlántico en América Central desde Belice hasta Panamá, Venezuela, Colombia y parte de la amazonia en Perú y Brasil. Crece en tierras bajas tropicales entre los 9 y 1500 msnm. Alcanza su mayor desarrollo a alturas entre 1250 y 1500 msnm con precipitaciones entre 2640 y 3000 mm, temperaturas mayores a 24°C. Las especies prefieren suelos profundos, bien drenados y ricos en materia orgánica.

4- *Cedrela odorata*, Meliaceae

Nombres Comunes: Culche (México); cedro; cedro amargo (Panamá); cedro real (Nicaragua); cedro colorado (El Salvador). Arbol grande, de 40 m de altura y hasta 2.0 m de diámetro; es deciduo, de copa amplia, follaje ralo, de textura media. El fuste es cilíndrico; la corteza muerta es agrietada, desprendible en placas grandes de color gris; la corteza viva es fibrosa, rosada o rojo pardo. Su madera tiene albura de color blanco grisáceo, con duramen pardo rojizo y olor característico. Se distribuye desde el norte de México hasta el norte de Argentina, incluidas las islas del Caribe. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta 800 m, con temperaturas entre 20 y 32°C, y con una precipitación entre 1200 y 2000 mm por año, con una estación seca de tres a cuatro meses.

5- *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, Pinaceae

Nombres comunes: pitch pine, white pine, yellow pine (Belice), pino de la costa (Honduras), Ocote blanco (Guatemala). Arbol hasta de 45 m de altura y 100 cm de diámetro, con copa cónica e irregular. La madera posee una coloración clara, con tonalidades que van desde el

amarillo a amarillo - naranja en la albura oscura a marrón rojizo en el duramen. Es utilizada en: construcción en general, fabricación de muebles y artesanías, láminas para contrachapados, pulpa para papel, parquet para pisos, postes para tendido eléctrico, producción para leña y carbón. La resina se utiliza en la elaboración de desinfectantes y pinturas.

Esta especie se encuentra en forma natural en numerosos rodales discontinuos y fragmentos desde los 18°N en Belice, hasta los 12°N en Bluefields, Nicaragua; en la vertiente atlántica del istmo centroamericano, desde el nivel del mar en las llanuras costeras, hasta las tierras del interior con elevación máxima de 850 m, con precipitaciones anuales de 950 a 3,500 mm y una estación seca de 2 a 3 meses, con temperatura de 24 a 27.2 °C. Crece en suelos poco fértiles, latosoles y podsoles pardoamarillos, ácidos (pH de 4 a 6,5). No crece naturalmente en suelos con drenajes defectuosos.

6- *Bombacopsis quinatum* Bombacaceae

Nombre común: pochote (Costa Rica); cedro espino (Panamá); ceiba colorada, saqui -saqui (Venezuela); ceiba (Honduras).

Arbol de porte alto, alcanza hasta 30 m de altura y diámetros de hasta 200 cm. Es una especie decidua, tiene hojas anchas, alternas, digitalmente compuestas, generalmente con cinco folíolos. Tiene copa ancha y redonda. La madera presenta una marcada diferencia en densidad y color entre la albura que es de color claro y menos densa y el duramen que es pardo y más denso. Su secado es lento y sin defectos; es considerada moderadamente resistente a los hongos que provocan la pudrición. Se usa en carpintería fina, ebanistería y tallado en general. De uso común para puertas y marcos para ventanas. Se distribuye naturalmente desde Honduras hasta Colombia y Venezuela. Crece a elevaciones desde el nivel del mar hasta los 900 m de altitud, con una temperatura media anual de 20 a 27°C y una precipitación que varía entre los 800 y 3000 mm por año, con una estación seca bien definida. Según el sistema de clasificación de Holdridge, crece en el bosque seco tropical, bosque húmedo y muy húmedo tropical y bosque seco Premontano. Se desarrolla mejor en suelos poco compactos, profundos, de alta fertilidad natural y en sitios planos, con buen drenaje, en suelos con alto contenido de arena y con ph neutros o ácidos.

RESULTADOS

1. *Acacia mangium*: Para efecto de estudio se utilizaron los lotes BP040/97A y BP049/97A, procedentes de Queensland, Australia los lotes tenían una germinación de 0.5 y 90% respectivamente cuando fueron recibidas y fueron almacenadas en bolsas de papel.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 1.

A estas especies se les realizó un tratamiento pregerminativo determinado por la empresa distribuidora SCIRO - Australia (Agua 100°/1 minuto). Las semillas tardaron de 3 a 5 días para germinar en todas las pruebas.

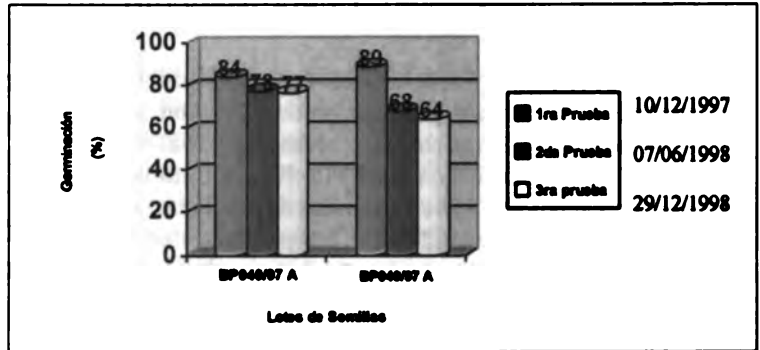


Figura 1. Germinación de *Acacia mangium* en Panamá

2- *Eucalyptus camaldulensis*: Se utilizaron los lotes BP061/97A y el BP063/97A, procedentes de los estados de Queensland y de Victoria, Australia, ambas con una germinación del 100%. Todos estos lotes de semillas fueron almacenados en envases de papel. La Fig. 2 muestra los resultados de germinación después de un año de almacenadas. Estas semillas tardaron entre 3 y 4 días para germinar en todas las pruebas.

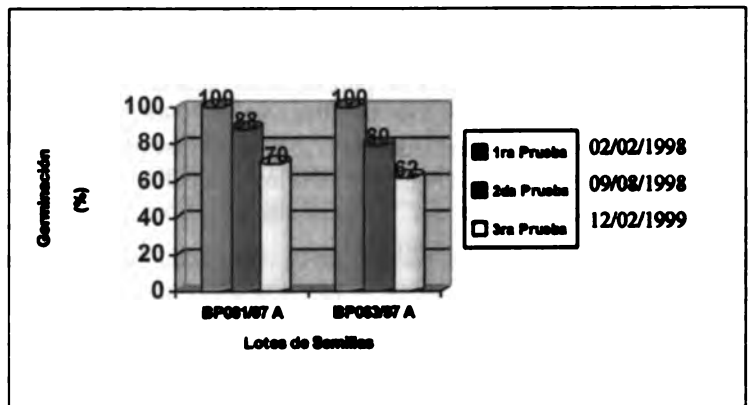


Figura 2. Germinación de *Eucalyptus camaldulensis* en Panamá.

3- *Swietenia macrophylla*: El lote utilizado procede de Honduras con una germinación de 98 %, y 8% de humedad, un 100% de pureza, cosechada en 1998, almacenada en el Banco como BP117/98A con un contenido de humedad de 8.7% en envases de papel. La Fig.3 muestra los resultados de la prueba de germinación. El tiempo que tomaron las semillas para germinar fue de 11 a 13 días, este no varió entre las pruebas.

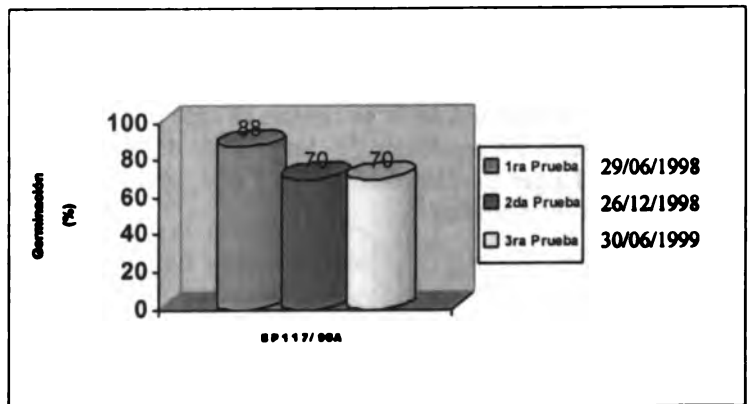


Figura 3. Germinación de *Swietenia macrophylla*.

4- *Cedrela odorata*: El lote utilizado procede de Cofradía, Honduras con una germinación de 81 %, con 6.5% de humedad, un 96% de pureza, cosechada en 1998, almacenada en el Banco como BP115/98A con un contenido de humedad de 7.5% en envases de papel. La Fig.4 presenta los resultados de las pruebas de germinación. La germinación duró de 6 a 7 días, no hubo variación entre pruebas.

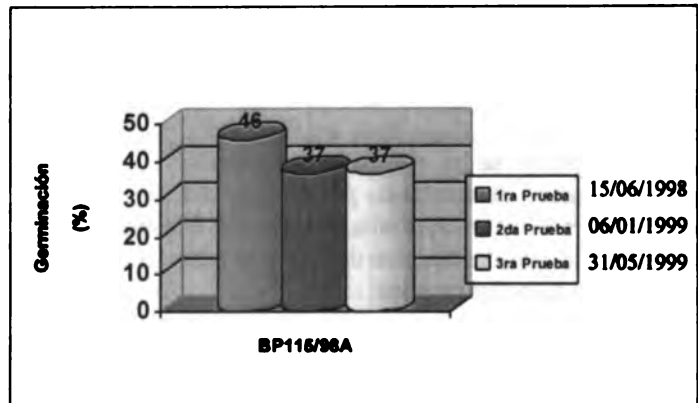


Figura 4. Germinación de *Cedrela odorata*

5- *Pinus caribaea*: El lote utilizado procede de Santa Cruz de Yojoa, Honduras, con una germinación de 87 %, con 8% de humedad, un 99% de pureza, cosechada en 1998, almacenada en el Banco de Semillas como BP090/98A con un contenido de humedad de 8.25% en envases plásticos transparentes. La Fig. 5 presenta los resultados de las pruebas de germinación. La germinación duró 5 días, no hubo variación entre pruebas.

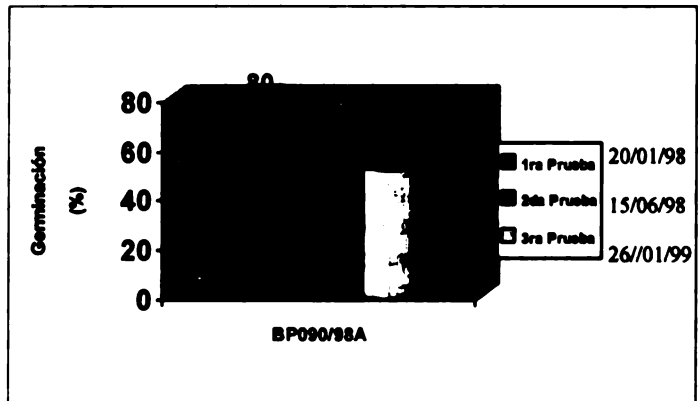


Figura 5. Germinación de *Pinus caribaea*

6- *Bombacopsis quinatum*: El lote utilizado procede de La Isla de Ometepe, Nicaragua, con una germinación de 84 %, con 5.7 % de humedad, un 99% de pureza, almacenada en el Banco como BP089/97A con un contenido de humedad de 6.46 % en envases de papel. La Fig. 6 presenta los resultados de las pruebas de germinación. La germinación duró de 6 a 7 días, no hubo variación entre pruebas.

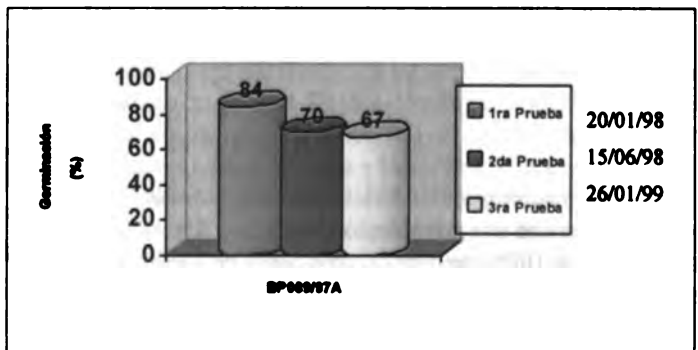


Figura 6. Germinación de *Bombacopsis quinatum*

CONCLUSIONES GENERALES

Las especies forestales en su ambiente natural de desarrollo presentan características variadas de reproducción, se encontraron semillas altamente viables, pero sumamente depredadas, con latencia física y deterioros que por lo general hacen que pierdan rápidamente su poder germinativo, más aun cuando el período de fructificación y dispersión de las semillas no coincide con la época de producción y siembra, afectando considerablemente la reproducción de estas especies en condiciones naturales.

El almacenamiento es indispensable para prolongar la vida útil de las semillas, pero debe reunir condiciones, tales como:

- Las semillas deben ser almacenadas en cuartos fríos y en recipientes adecuados.
- La temperatura de almacenamiento debe ser constante.
- La falta de fluido eléctrico trae como consecuencia

cambios bruscos de temperatura que afectan considerablemente la germinación de las semillas, pudiendo inclusive causar su deterioro.

- Realizar el mismo trabajo de investigación es vital para especies nativas y exóticas recolectadas en Panamá, tomando en consideración los aspectos mas relevantes de su fenología como lo son la floración, fructificación y dispersión de frutos.

CONCLUSIONES ESPECIFICAS

- ♦ Las semillas de *Acacia mangium* y *Eucalyptus camaldulensis*, almacenadas a temperatura promedio de 5°C, en bolsas de papel mantuvieron una buena condición durante el periodo de estudio.
- ♦ Las semillas de *Swietenia macrophylla* (caoba nacional) almacenadas a temperaturas promedio de 5°C, en bolsas de papel, contenido de humedad de 8.7%; mantuvieron su condición.
- ♦ Las semillas de *Cedrela odorata* (cedro amargo) almacenadas a temperatura promedio de 5°C, contenido de humedad de 7.5 %, en envase plástico, mantuvieron su condición a pesar de su bajo porcentaje inicial de germinación.
- ♦ A temperatura promedio de 5°C, con un contenido de humedad de 8.25% en envase plástico mantuvieron a las semillas de *Pinus caribaea* (Pino) en buenas condiciones para los análisis.
- ♦ A temperatura promedio de 5° C, un contenido de humedad de 6.46% en envase plástico mantuvieron las semillas de *Bombacopsis quinatum* (cedro espino) en buenas condiciones aptas para ser utilizadas durante el periodo de almacenamiento.
- ♦ Estas especies forestales a pesar de los problemas de energía eléctrica suscitados durante la estación seca de 1998, mantuvieron una buena condición, lo cual indica que a una temperatura constante de almacenamiento de 2 a 5°C, un contenido de humedad de 6 a 8% y adecuados envases de almacenamiento, permitirá mantener el poder y vigor germinativo de estas semillas por más de un año. De esa forma permite contar con material reproductivo de calidad para cubrir la demanda que surja en un momento determinado.

OBSERVACION

Todo Banco de Semillas Forestales debe estar equipado de forma tal que se permita mantener el suministro de energía eléctrica en cualquier eventualidad que se presente (apagones). Un adecuado fluido eléctrico, garantiza el correcto almacenamiento de las semillas. La suspensión temporal de este fluido afecta significativamente la condición de almacenamiento de las semillas, por los constantes cambios bruscos de temperatura que se dan en el cuarto frío, trayendo como consecuencia bajas porcentuales en las pruebas de germinación. Se puede asegurar que ésta fue la razón principal que influyó para que el porcentaje de germinación durante los primeros meses disminuyera de forma significativa en comparación con los últimos meses de prueba.

BIBLIOGRAFIA

- Benitez, R. 1998. Catálogo de cien especies forestales de Honduras, Distribución, propiedades y Uso. Siguatepeque, Honduras. Escuela Nacional de Ciencias Forestales.
- Geilfus, F. 1989. El árbol al servicio del agricultor. Manual de Agroforestería para el Servicio Rural. Guía de especies. Turrialba, CATIE.
- Navarrete, E. T. 1985. Manejo de semillas, viveros y plantación inicial. Bogotá, Colombia. Centro de Estudios del Trabajo.
- CATIE. 1997. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica. Colección de guías silviculturales.
- CATIE. 1984. Especies para leña: arbustos y arboles para la producción de energía. Turrialba, Costa Rica.



Microorganismos asociados a semillas de especies forestales en Costa Rica

Marcela Arguedas¹
Mildred Jiménez
Cornelia Miller

INTRODUCCION

La calidad de las semillas es un aspecto considerado actualmente como fundamental para garantizar el éxito de los procesos de reforestación. Los problemas fitosanitarios en las estructuras reproductivas de especies forestales pueden producir problemas económicamente importantes, ya que afectan su comercialización, pueden destruir parcial o totalmente lotes, infectar sustratos de germinación o transmitir enfermedades y diseminarlas de una región a otra (Arguedas y Torres 1996; Arguedas 1997).

Dentro de esta problemática, es fundamental generar información sobre los diferentes patógenos asociados a las estructuras reproductivas de especies forestales y la caracterización de los daños, con el fin de definir medidas de manejo preventivas. Se presenta a continuación un diagnóstico inicial de patógenos en semillas forestales en Costa Rica.

METODOLOGIA

Procedencia de las semillas. Las pequeñas muestras fueron tomadas de lotes procedentes principalmente de los viveros forestales del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR, Cartago), del Instituto Costarricense de Electricidad (Paraíso, Cartago) y del Proyecto Plana-Virilla (Coronado, San José), así como del Banco de Semillas del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (Turrialba, Cartago) y del Laboratorio de Semillas Forestales del ITCR (San Carlos, Alajuela).

Análisis de patógenos. Se realizaron las siguientes pruebas para la determinación de patógenos.

Patógenos externos

-Observaciones microscópicas: se elaboraron preparaciones microscópicas de patógenos mediante cortes y raspados; en los casos que se requería se aplicó tinción.

-Cámaras húmedas: en recipientes como platos Petri y recipientes plásticos cerrados se crearon condiciones favorables de humedad para el desarrollo rápido de hongos o bacterias presentes en las estructuras reproductivas.

-Aislamiento en medios de cultivo artificiales. la mayor parte de los microorganismos fitopatógenos pueden ser aislados en medios de cultivo artificiales. Se utilizaron como medio de cultivo básicamente el PDA, papa-dextrosa-papa) y en menor frecuencia malta-agar; basándose en la metodología de (French y Heber 1982; Dhingra 1985).

Patógenos internos

Muchos problemas de germinación se deben a patógenos que atacan los tejidos internos de las semillas. Se utilizaron 12 semillas por especie, colocando 4 ó 3 semillas en cada plato petri. Primero se lavó y esterilizó cada semilla con hipoclorito de sodio (3%), sumergiendo las semillas en éste durante un minuto, luego se colocaron en los platos petri con medio de cultivo artificial (PDA). Se trató de mantener una temperatura aproximada de 26 °C. Una vez que el hongo desarrolló estructuras reproductivas, se procedió a identificarlos en el Laboratorio de Protección Forestal del ITCR y el Laboratorio de Fitopatología de la Universidad de Costa Rica.

RESULTADOS

En las estructuras florales de *Erythrina* sp. se detectaron pudriciones causadas por *Penicillium* sp. y en *Neium* sp. y *Tabebuia rosea* pudriciones atribuidas al "Moho gris" (*Botrytis* sp.).

Los daños observados y el diagnóstico de los patógenos externos e internos asociados a las diferentes semillas de especies forestales evaluadas, se presentan en los Cuadros 1 y 2 respectivamente.

¹ Instituto Tecnológico de Costa Rica. Escuela de Ingeniería Forestal. Centro de Investigación en Integración Bosque Industria. Apdo 159 7050 Cartago, Costa Rica. Fax.: (506) 591 3315. marguedas@itcr.ac.cr

Cuadro 1: Patógenos externos asociados a semillas de diferentes especies forestales y el daño observado en ellas. Costa Rica.

Especie	Hongo asociado	Daño observado
<i>Calliandra calothyrsus</i>	<i>Macrophomina</i> sp.	Se presentó en la testa sin causar daño a los tejidos internos.
<i>Cassia spectabilis</i>	Hongo no identificado	Se presentó en la testa de algunas semillas sin causar daño.
<i>Casuarina equisetifolia</i>	<i>Aspergillus niger</i>	Las que presentaron el hongo no germinaron.
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Nectria</i> sp.	Sólo dos semillas lo presentaron y ninguna germinó, presentaban pudrición.
<i>Cordia alliodora</i>	<i>Alternaria</i> sp. <i>Aspergillus</i> sp <i>Penicillium</i> sp.	Presentaron <i>Aspergillus</i> sp y <i>Penicillium</i> sp en la testa de la semilla, sin embargo germinaron en la cámara húmeda. Pocos días después las radículas se pudrieron producto del ataque de <i>Alternaria</i> sp.
<i>Croton killipianus</i>	Hongo no identificado Bacteria	El micelio del hongo cubría las semillas que presentaron pudrición bacterial
<i>Cupressus lusitanica</i>	<i>Aspergillus</i> sp. <i>Macrophomina</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp. se encontró en la testa de algunas semillas, las que lo presentaban no germinaron. <i>Macrophomina</i> sp se presentó también en la testa con tonos negruzcos, sin embargo no afectó la germinación
<i>Delonix regia</i>	<i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium</i> sp	Cubría la testa, ninguna semilla germinó, y la que lo hizo sólo logró tener una radícula muy corta.
<i>Diphysa robinoides</i>	<i>Aspergillus</i> sp.	Todas las semillas lo presentaron en la testa y los tejidos internos estaban podridos.
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	<i>Rhizopus</i> sp <i>Aspergillus</i> sp.	<i>Rhizopus</i> sp. se encontró en la radícula y esta no terminó de desarrollarse. <i>Aspergillus</i> sp se encontró en los cotiledones produciendo áreas necróticas de poca envergadura.
<i>Fraxinus udhei</i>	<i>Nectria</i> sp.	Se presentó en todas las semillas, las cuales se pudrieron en su totalidad.
<i>Glicicidia sepium</i>	<i>Pestalotia</i> sp <i>Penicillium</i> sp.	La mayoría de las semillas presentaron crecimientos miceliales sobre la testa pero no causaron efectos negativos en la germinación.
<i>Gmelina arborea</i>	<i>Fusarium</i> sp	Todas las semillas afectadas presentaron pudrición. Ninguna semilla germinó
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	<i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium</i> sp <i>Pestalotia</i> sp. <i>Trichoderma</i> sp	Todas las semillas presentaban al menos alguno de los hongos diagnosticados y ninguna germinó.
<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Penicillium</i> sp <i>Fusarium</i> sp	<i>Penicillium</i> sp. se encontró en testas vacías de semillas no causó daño, el resto de las semillas sanas. <i>Fusarium</i> sp se detectó desde que se recolectaron los frutos. En la legumbre se observaron áreas decoloradas, bajo las cuales, las semillas se encontraban totalmente podridas y cubiertas de micelio blanco.
<i>Quercus seemannii</i>	<i>Penicillium</i> sp	Se observaron crecimientos del "moho" sobre la cupula de la bellota, sin afectar la germinación

<i>Schizolobium parahybum</i>	<i>Aspergillus niger</i>	Todas las semillas lo presentaban en la testa, ninguna germinó.
<i>Swietenia macrophylla</i>	<i>Cahetomium</i> sp. <i>Fusarium</i> sp. <i>Nectria</i> sp. <i>Phoma</i> sp <i>Phomopsis</i> sp.	Todas las semillas presentaban algún hongo y, a veces, en varios de ellos, no hubo germinación.
<i>Tabebuia rosea</i>	Bacteria	Sólo una semilla presentó la bacteria, las demás germinaron bien.
<i>Tectona grandis</i>	<i>Mucor</i> sp.	No se observan cambios de color aparentes, pero las drupas afectadas tienen un aspecto hidrópico.
<i>Vochysia guatemalensis</i>	<i>Fusarium</i> sp. <i>Nectria</i> sp.	Todas las semillas presentaban alguno de los dos hongos y a veces los dos a la vez, sólo dos germinaron, pero con la radícula atrofiada. Presentaban pudrición.

NOTA los ensayos con semillas de *Acacia mangium*, *Albizzia guachapele*, *Enterolobium schomburgkii*, *Erythrina poeppigiana* y *Terminalia* sp. no presentaron ningún tipo de ataque por microorganismos.

Cuadro 2: Patógenos internos asociados a semillas de diferentes especies forestales y el daño observado en ellas, Costa Rica.

Especie	Hongo asociado	Daño observado
<i>Acacia mangium</i>	Bacterias <i>Penicillium</i> sp.	Sólo una semilla presentó bacterias.
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Cladosporium</i> sp.	Las partes internas de las semillas presentan áreas manchadas, hasta producir su pudrición total.
<i>Cordia</i> sp.	<i>Cylindrocladium</i> sp.	Los frutos presentan coloraciones pardo oscuras en los tejidos internos producto de las necrosis o pudriciones.
<i>Dypterix panamensis</i>	<i>Colletotrichum</i> sp.	Las semillas afectadas presentaban lesiones profundas en los tejidos internos, inicialmente color amarillo, tornándose posteriormente pardo.
<i>Hieronyma alchorneoides</i>	<i>Penicillium</i> sp.	Sólo se presentó en un plato las demás semillas estaban sanas.
<i>Vochysia guatemalensis</i>	Hongo no identificado (aparentemente <i>Nectria</i> sp.)	"
<i>Zanthoxylum</i> sp.	Hongo no identificado	"

NOTA los ensayos con semillas de *Albizzia guachapele*, *Cassia spectabilis*, *Cordia alliodora*, *Erythrina poeppigiana*, *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Schizolobium parahybum* y *Swietenia macrophylla* no presentaron ningún tipo de ataque por microorganismos

Se observa que casi todas las semillas presentaron hongos externos, predominando la presencia de *Aspergillus* sp., esto se encontró en 8 de las 26 especies estudiadas. En la mayoría de los casos donde se presentó, las semillas revelaban pudrición, y otras, que lograron germinar presentaron una radícula atrofiada o pequeña, muchas de las cuales se podrían posteriormente.

Aspergillus sp. es un importante patógeno de semillas y granos en almacenamiento, y produce micotoxinas; además se presenta como patógeno superficial en semillas de nogal y pino (Neergaard 1988; Thurston 1989; Arguedas 1995). Carneiro (1986) lo reporta en Brasil asociado a semillas de *Cedrela odorata*, *Cordia goeldiana*, *Gmelina arborea*, *Jacaranda copaia*, *Tabebuia* sp., *Vochysia maxima*, etc., donde no se obtuvo germinación y se presentó pudrición en el almacenamiento. Triviño (1990a) lo reporta en Colombia en semillas de *Virola* spp.

Otro hongo que se encontró comúnmente en varias especies fue *Penicillium* sp. Este se comportó en el caso de *Leucaena leucocephala* como saprófito, ya que se encontró en la testa de las semillas que germinaron sin ningún problema. En los demás casos siempre se encontró asociado con otros hongos donde las semillas no germinaron. *Penicillium* sp. se reporta como causante de marchitamiento en plántulas recién emergidas y como patógeno de semillas en varias especies forestales (Arguedas 1997; Neergaard 1988; Yue-Luan 1993).

Los daños de los tejidos internos producidos a las semillas son generados casi exclusivamente por hongos, dentro de los cuales se incluyen los géneros *Alternaria*, *Fusarium* y *Nectria* que atacan la testa de la semilla al encontrar condiciones de alta humedad, que pueden penetrar al interior, generalmente si la semilla presenta heridas. Estos géneros son de mucha importancia en la sanidad forestal, ya que pueden causar enfermedades a las plántulas como pudriciones radicales, canchales, manchas foliares y marchitamientos vasculares (Agrios 1991, Butin 1995; Triviño et al. 1990_{a, b}).

CONSIDERACIONES FINALES

- Este estudio representa un diagnóstico preliminar de microorganismos asociados a semillas de especies forestales. Se requiere ampliar el número de especies y de lotes evaluados y cuantificar los daños.
- La mayor parte de los hongos diagnosticados se detectaron sobre la testa de la semilla o el endocarpo de los frutos, y de ellos, un alto porcentaje se presentó como saprófito. El problema radicarán cuando estas semillas sean colocadas en sustratos húmedos, donde los hongos también puedan

desarrollarse y producir otros problemas como el "mal de talluelo post-emergente" y el "tardío".

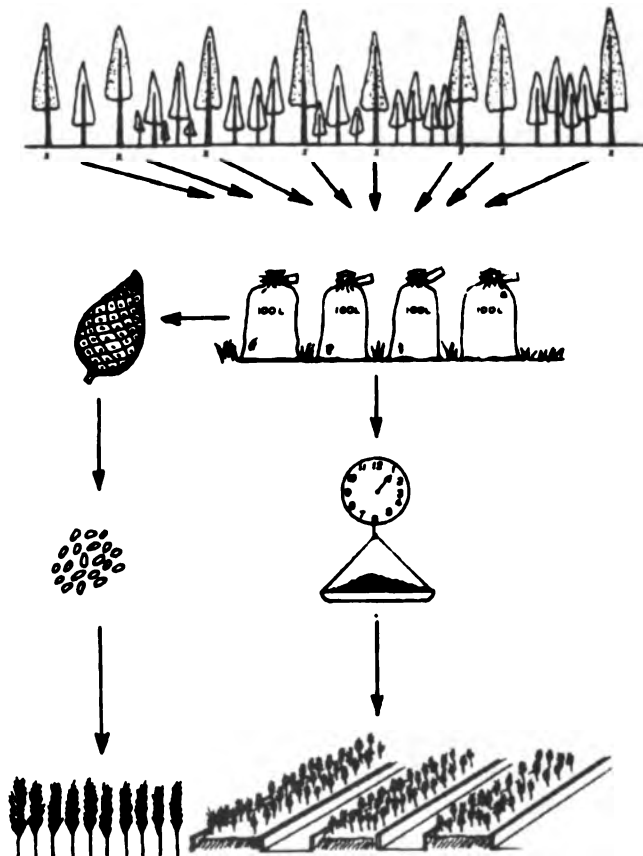
- Es importante la detección temprana de los patógenos internos, ya que podrán ser la causa del "mal de talluelo pre-emergente", contaminación de sustratos y diseminación de enfermedades en el campo.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Agrios, G.N. 1991. Fitopatología. México. Limusa. 530 p.
- Arguedas, M. 1995. Enfermedades Forestales en Costa Rica. Cartago, Costa Rica. ITCR. Serie de apoyo académico No. 19.
- Arguedas, M. 1997. Plagas de semillas forestales en América Central y el Caribe. Turrialba. CATIE. 120 p.
- Arguedas, M.; Torres, G. 1996. Problemas fitosanitarios en semillas forestales. N° 11. ITCR-CIT. Cartago. 8 p.
- Butin, H. 1995. Tree diseases and disorders. Causes, Biology, and Control in Forest and Amenity Trees. New York, United States. Oxford University Press. 252 pp.
- Carneiro, J. S. 1986. Micoflora asociada a sementes de essencias florestais. Fitopatologia Brasileira. 11(3): 556-566.
- French, R.E.; Heber, T.T. 1982. Métodos de investigación patológica. San José, Costa Rica. IICA. 289 p.
- Neergaard, P. 1988. Seed Pathology. Copenhagen, Denmark. Macmillan. 1025 pp.
- Thurston, H. D. 1989. Enfermedades de cultivos en el trópico. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Programa de Mejoramiento de Cultivos Tropicales. 232 pp.
- Triviño, T.; de Acosta, R.; Castillo, A. 1990a. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Mejoramiento de semillas y fuentes semilleras en Colombia. CONIF-INDERENA-CIID. Serie de Documentación. 91 p.
- Triviño, T.; de Acosta, R.; Castillo, A. 1990b. Investigación de los componentes sanitarios y fisiológicos en semillas de seis especies forestales tropicales en Colombia. In: Seminario Taller sobre Investigaciones en semillas forestales tropicales. Memorias. Octubre de 1988. Bogotá. 175 p.
- Yue-Luan, H. 1993. Seed testing for selected tropical trees in the ASEAN region. ASEAN-Canada Forest Tree Seed Centre Project. Review Paper N° 2. Thailand. 82 p.

Tema V

Política y mercadeo de semillas forestales



Oferta y demanda de semillas forestales en Bolivia

Manuel Morales ¹

INTRODUCCION

La oferta y demanda de semillas forestales en Bolivia no cuenta con un registro oficial de la producción, consumo y comercialización, debido a que en el país no existe un inventario de viveros, estadísticas de plantaciones, empresas forestales ni tampoco incentivos a la forestación de parte del estado.

Existen tres centros que ofrecen formalmente semillas forestales en Bolivia: El Banco de Semillas Forestales (BASFOR) en Cochabamba, el Centro de Investigación Agrícola Tropical (CIAT) en Santa Cruz y el Proyecto FAO/Holanda en Potosí, bancos que proveen de material reproductivo y servicios a los demandantes, es decir, a los proyectos, ONGs, municipios y otros relacionados con el quehacer forestal.

Estos centros, trabajan en forma coordinada; el Banco de Semillas Forestales del CIAT ofrece semillas de especies tropicales y ha establecido una serie de contactos con los productores de semillas y ofrece información sobre su manejo y almacenamiento. En el banco de semillas del Proyecto FAO/HOLANDA, trabaja más para satisfacer sus requerimientos y los de ONGs que ejecutan actividades bajo subconvenios. No comercializa aún semillas y trabaja con especies de altura (Valles y Puna).

El BASFOR, cuenta con la mejor infraestructura, equipos de recolección, laboratorio y sistemas administrativos computarizados, se ha especializado en proveer semillas forestales para las regiones de los valles y puna de Bolivia

El presente trabajo tiene por objeto, determinar los volúmenes de la oferta y demanda de semillas forestales, las especies de mayor utilización, su evolución en los últimos tres años y quiénes son los demandantes y oferentes de semillas a nivel Nacional.

METODOLOGIA

La obtención de los volúmenes de oferta y demanda de semillas se realizó de acuerdo con el siguiente procedimiento:

- **Levantamiento de la información**, se elaboró una encuesta para la colecta de datos.
- **Listas preliminares**, se realizó una lista básica de instituciones y personas que tienen relación con la actividad forestal, de compra o venta de semillas.
- **Cronograma de visita**, con base en las listas elaboradas se elaboró un cronograma de trabajo, exceptuando los departamentos de Tarija y Pando por la poca actividad forestal.
- **Elaboración de notificación y visita**, con el propósito de dar a conocer el motivo, fecha y hora de visita a las instituciones se envió una carta a cada institución.
- **Levantamiento de información**, a través de entrevistas a los directores de las instituciones, responsables de viveros y consulta en planes operativos, informes y otros.
- **Procesamiento de la información**, una vez concluidas las encuestas, se procedió al procesamiento de la información obtenida de acuerdo a los requerimientos del estudio.
- **Análisis de la oferta y demanda**, el análisis de la situación del mercado de las semillas se realizó de acuerdo a:

En demanda, por las características y comportamiento del comprador; se ha tratado de buscar la respuesta a las siguientes interrogantes:

- ¿Cuánto compran? ¿Cuándo compran?
- ¿Dónde compran? ¿Cómo compran?
- ¿Quién compra? ¿Cuál es la tendencia de la demanda en el futuro?

En la oferta, el análisis se relacionó con: Cuáles son las ventas actuales de semillas?, cuál es la participación de las ventas por regiones?, cuál es nuestra imagen, semillas banco, entre los clientes? y cuál es la producción promedio de semillas del BASFOR?.

Ambiente interno y general, se consideraron además; las condiciones económicas y tendencia gubernamental, el clima político en las instituciones gubernamentales, en

¹ UMSS - INTERCOOPERATION - COSUDE. Cochabamba-Bolivia.

cuanto a la disponibilidad de los recursos y las tendencias futuras en el ambiente interno.

· **Tratamiento de la información**, en lo referente al manejo y análisis de la información, se hacen las siguientes aclaraciones.

- Los datos recabados respecto a las cantidades de producción y compra o venta de semillas, se presentan utilizando como unidad de medida el kilogramo.
- Los datos presentados en producción corresponden a tres gestiones anteriores (96, 97 y 98).
- Los datos de venta de semillas de BASFOR (gestión 98) se presentan solo hasta el 23-10-98.
- Cuando solamente se registró el número de plantas, se utilizó el cálculo basado en el porcentaje de germinación, número de semillas por kilogramo o el número de semillas viables por kilogramo.
- La gestión de producción de plantas de las instituciones encuestadas, se inicia un año anterior al mencionado y la producción corresponde a: Gestión 95-96, 96-97, 97-98.
- La presentación de resultados se realizó por regiones, considerando las ecorregiones del país, pues están relacionadas estrechamente con las especies que se utilizan en cada región.

RESULTADOS Y DISCUSION

Cobertura de la encuesta

Para definir el grado de cobertura de la encuesta, se definió el universo de estudio. La determinación del número total de instituciones privadas y estatales existentes en los diferentes Departamentos, fue un proceso de aproximaciones sucesivas.

Para tal efecto se contó con:

- Una lista de miembros de la red nacional de semilla forestal RENASER. (81 miembros)

- Una lista de clientes del banco de semillas BASFOR. (Listado de 142 clientes).

Instituciones 68. Alcaldías 16. Particulares 58.

- Un directorio de entidades que trabajan en recursos naturales.
- Una lista de miembros de la asociación de organizaciones no gubernamentales ASONGs. Cochabamba.

Las listas de instituciones y personas particulares, registraban un grupo determinado, pero ninguna de ellas en forma individual proporcionaba el total de instituciones, entre ONGs, alcaldías y particulares.

Durante el trabajo de campo se constató que varias instituciones, ya no funcionaban en la dirección correspondiente o que simplemente ya no funcionaban, se procedió en algunos casos a obtener la nueva dirección y se hizo la encuesta. Durante la encuesta se encontró otras instituciones y particulares que no figuraban en las listas iniciales, también a estas se las encuestó. Como resultado de ello, el número de instituciones encuestadas sumó 92.

Oferta de semilla forestal

En el Cuadro 1, se presenta la oferta de semillas a nivel nacional diferenciadas por regiones, en el se evidencia que el 16% del volumen de semilla ofrecida a nivel nacional se encuentra en la región de los Valles y Puna, contra un 83% que tiene la región tropical; en la región de Valles y Puna existe poca variación en los volúmenes de un año a otro, aproximadamente de 1000 kg/año, en cambio en la región Tropical el volumen de oferta se mantiene en 5000 kg/año. Si bien existe una gran diferencia, se debe de tomar en cuenta que el tamaño y peso de la semilla juega un papel importante en los volúmenes ofrecidos, esta diferencia se trata mas adelante.

Los costos de producción (Cuadro 1), para los Valles y Puna se basan en el precio de venta establecidos por el

Cuadro N°1: Oferta y costos de producción de semilla forestal en Bolivia por Regiones.

REGION	1996		1997		1998		TOTAL		
	kg	\$	kg	\$	kg	\$	kg	%	\$
VALLE y PUNA	1093.37	48.425.27	1007.26	46.047.96	1132.37	61.221.80	3233.00	16.18	155695.03
TROPICO	5322.28	58.623.14	4996.65	55.720.29	6430.70	79.167.57	16749.63	83.82	193510.99
TOTALES	6415.65	107.048.41	6003.91	101.768.25	7563.07	140.389.37	19982.63	100.00	349206.03

Fuente: Datos de encuesta

BASFOR menos un 30%; en cambio en la región tropical los costos de producción están fijados con base precios de venta del Banco del CIAT, los cuales con relación a los costos de los Valles y Puna son más bajos. El costo promedio en el trópico es de 11,5 \$/kg. y para los Valles y Puna de 48 \$/kg.

El Cuadro 2 muestra el volumen total de semillas forestales ofrecidas al mercado por los diferentes bancos de semillas en sus respectivas áreas de acción, que corresponde al 31,4% del total ofrecido en Bolivia; se hace notar que FHPT solo reportó el grupo de especies más importantes, para su área. De esta manera, de todo lo ofrecido por los bancos, el CIAT participa con 74%, BASFOR con 22%, y FHPT con el 4%.

A continuación se detalla las especies de mayor producción en cada uno de los bancos de semillas:

Cuadro 2: Volúmenes de semillas forestales ofrecidas por los bancos de semillas en Bolivia.

BANCOS	AÑOS			TOTAL
	1996	1997	1998	
	kg	kg	kg	
CIAT	1626.00	1986.57	1053.48	4666.05
FHPT	82.00	61.00	51.00	194.00
BASFOR	720.60	380.41	358.32	1423.17
TOTAL	2428.60	2391.82	1462.80	6283.22

Fuente: Elaboración propia. Datos de encuesta

· CIAT

De lo ofrecido en las gestiones del 96 al 98, corresponde 4,666.05 kg a tres especies, las de mayor oferta; el *Schizolobium amazonicum* con un 47%, *Swietenia macrophylla* con 32% y *Leucaena leucocephala* con un 11%.

· FAO/HOLANDA/POTOSI -FHPT.

Las especies reportadas por este banco de semillas corresponde a un total de 194 kg. entre los años 96 y 98, de las cuales las tres de mayor significancia son: *Polylepis tomentella* con 30%, *Cupressus macrocarpa* y *Ulmus pumila* con 16% cada una.

· BASFOR

Las especies de mayor producción en el BASFOR, corresponde a un total de 1,423.17 kg en las últimas tres gestiones, de las cuales, las tres especies de mayor oferta son; *Leucaena leucocephala* con 23%, *Pinus radiata* con 19% y el *Eucalyptus globulus* con 7% del total mencionado.

DEMANDA DE SEMILLA FORESTAL EN BOLIVIA

La demanda de las semillas forestales en Bolivia en relación a la oferta es menor en 4683.69 kg, puesto que en las tres gestiones el volumen demandado es de 15289.94 kg, los datos anuales del volumen demandado, el costo de estas semillas y el número de plantas que se produjeron se presentan en el Cuadro 3.

Si bien existe un volumen de semilla consumida mayor en la región Tropical, en comparación con los Valles y Puna, en lo que respecta a la producción de plantas es diferente, esto es más evidente en las dos últimas gestiones, puesto que, en la Región de los Valles y Puna se producen el 50% más de plantas que en la región Tropical; con esto se comprueba que la mayoría de las especies tropicales poseen semillas de mayores dimensiones en comparación con las especies de los Valles y Punas que son de menores dimensiones (Cuadro 3).

Cuadro N° 3: Consumo, valor de la semilla y número de plantas producidas

REGION	1996			1997			1998		
	kg	\$	Plantas	kg	\$	Plantas	Kg	\$	Plantas
VALLES y PUNA	644.56	44.433.89	47.110,583	808.26	49.620.73	63.843,828	606.68	44.226.54	53.368,247
TROPICO	4.591.12	78.870.59	32.088,294	4,101.74	62.812.32	17.386,357	4.546.58	79.655.22	10.034,383
TOTALES	5.235.68	123.304.48	79.198,877	4,910.00	112.433.05	81.230,185	5.153.26	123.881.76	63.402,630

Fuente: Datos de encuesta.

COMERCIALIZACION DE SEMILLA FORESTAL EN BOLIVIA

En el Cuadro 4 se observa que el 64% de las semillas se comercializa en la Región Tropical y el 36% restante en la región de los Valles y Puna.

La participación del mercado informal en la comercialización de semillas en Bolivia es del 60%, el restante 40%, sobre el total de 5,883. Kg. es capturado por el mercado formal, los porcentajes de participación son los siguientes: El CIAT con 74.87%, BASFOR 21.38%, y FHPT con 3.75%.

Cuadro N° 4: Comercialización de Semillas Forestales en Bolivia

REGION	1996		1997		1998		TOTAL	
	kg	Plantas	kg	Plantas	kg	Plantas	kg	Plantas
VAPUNA	536.13	33.861,109	708.21	58.285,569	520.07	45.819,237	1.764.41	137.965,915
TROPICO	4.461.47	15.419,605	3.987.89	18.238,585	4.494.69	16.390,522	12.944.05	16.390,522
TOTAL	4.997.60	49.280,714	4.696.10	76.524,154	5.014.76	62.209,759	14.708.46	154.356.437

Fuente: Datos de encuesta.

En los tres años de análisis, el CIAT ha reducido sus volúmenes de venta en un 26%, el BASFOR en cambio tiene un comportamiento diferente, puesto que en 1997 a incrementado sus ventas en 27% y en 1998 sufre una baja del 40%. Por su parte FHPT en 1998 disminuye un 30% respecto al año anterior, estas tendencias de reducción están estrechamente relacionadas a: La aplicación de la nueva ley forestal, al cambio del gobierno central, y a la aplicación de las políticas de reestructuración del estado boliviano, como la ley de participación popular, la ley de descentralización y otras.

Cuadro N° 5: Volúmenes de semillas forestales comercializados por bancos de semillas.

BANCOS DE SEMILLAS	AÑOS			TOTAL
	1996	1997	1998	
	kg	kg	kg	kg
CIAT	1.844.33	1.476.27	1.084.60	4.405.20
FHPT	58.00	96.00	66.00	220.00
BASFOR	397.28	501.18	359.94	1.258.40
TOTAL	2.299.61	2.073.45	1.510.54	5.883.60

Fuente: Datos de encuesta

Cuadro N° 6: Especies forestales de mayor venta y consumo en Bolivia

ESPECIE	Cantidad (kg)	Costo \$	Producción Plantas
<i>Leucaena leucocephala</i>	1.394.28	6.971.40	23.560,542
<i>Schizolobium parahybum</i>	1.266.70	25.334.00	760,020
<i>Dipterix odorata</i>	612.67	6.126.70	2.343,463
<i>Hymenaea courbaril</i>	370.24	5.553.60	11,072
<i>Pinus radiata</i>	152.52	22.878.00	3687,819
<i>Eucalyptus globulus</i>	112.27	10.104.30	27.672,225
<i>Spartium junceum</i>	95.88	1.438.20	8.578,072
<i>Cupressus macrocarpa</i>	94.90	2.847.00	4.848,939
<i>Pinus pseudostrobus</i>	84.18	23.570.40	5.835,379
<i>Grevillea robusta</i>	52.76	2.638.00	67,269
<i>Pinus patula</i>	32.21	1.127.35	975,311
<i>Buddleja coriacea</i>	24.04	721.20	64.705,163
<i>Alnus acuminata</i>	15.25	305.00	2.438,475
<i>Casuarina equisetifolia</i>	9.44	283.20	3.653,280
<i>Eucalyptus grandis</i>	8.54	3.057.32	2.219,333
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	7.53	828.30	2.905,639
<i>Atriplex halimus</i>	7.14	199.92	2.525,584

Fuente: Datos de encuesta.

ESPECIES DE MAYOR VENTA Y CONSUMO EN BOLIVIA

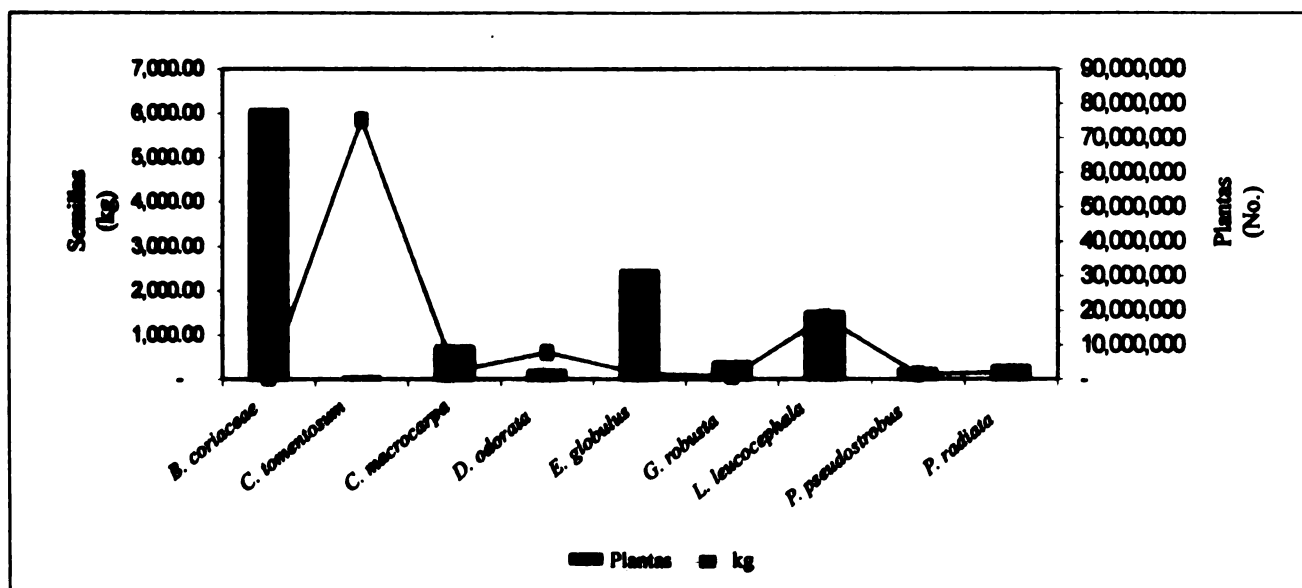
Entre las especies con más demanda están: con un 37% *Buddleja coriacea* y con un 16% el *Eucalyptus globulus*, con relación a la cantidad de plantas producidas, en el cuadro 6 presentan los datos de cantidad de kg consumidos, el costo de esta cantidad y el número de plantas que se produjeron para las 17 especies más comercializadas.

COMPARACION DE VOLUMEN DE SEMILLAS CON LA PRODUCCION DE PLANTAS

La Fig. 1 muestra la importancia de las diferentes dimensiones que tienen las semillas, por ejemplo, si se comparan *Buddleja coriacea* (con 24 kg. se pueden producir poco más de 60 millones de plantas) con *Centrolobium tomentosum*, se necesitaría mas de 5 mil kg de esta especie para producir medio millón de plantas.

requerimientos en semilla son de especies nativas, contra un 53% de especies exóticas, también la forma de aprovisionamiento de semilla es en un 26% de recolección propia.

- Los principales consumidores de semilla son las ONGs con 38.22%, los particulares con 31.62% y proyectos de cooperación con 22.72% del total comercializado.



Fuente: Datos de encuesta en Bolivia.

Figura 1: Relación de volumen de semilla con el número de plantas que produce en Bolivia.

CONCLUSIONES

- El consumo de semilla forestal en Bolivia es de 15298.94 kg en las últimas tres gestiones (96 al 98) y de 5,099.65 kg por año.
- La tendencia de la demanda actual en el mercado de semillas no es de manera constante por diversos factores como:
 - Limitaciones económicas debido a recortes financieros que están implementando las agencias de cooperación internacional a este tipo de proyectos.
 - La dinámica del mercado informal.
 - La tendencia de las organizaciones a establecer sus propios mecanismos de recolección, especialmente de especies nativas, identificadas según la encuesta, el 47% de los

- Según la encuesta los volúmenes de la oferta en tres gestiones (96 al 98) es de 19.982.63 kg que son puestos ha disposición del mercado de semillas.
- El BASFOR es el principal proveedor de semilla de calidad, para plantaciones comerciales existentes en los departamentos de Cochabamba y Sucre.
- Los oferentes formales de semilla forestal están representados por el BASFOR, CIAT y FHPT, que controlan aproximadamente el 40% del mercado nacional. La oferta informal está caracterizada por; comunidades campesinas, ONGs y particulares entre otros, que representan el 60% restante.
- En Bolivia no se cuenta con una entidad legal que respalde, controle o promueva el uso de las semillas forestales certificadas. La Ley Forestal y sus reglamentos no establecen parámetros que orienten la administración y uso de este tipo de productos. La única referencia se establece en el Art. 41 inciso II del reglamento a la Ley

Forestal, que indica: "Asimismo, constituyen reservas privadas los rodales semilleros que se delimiten, manejen y conserven como fuentes de germoplasma".

- El volumen comercializado por el mercado formal en las últimas tres gestiones es de 5,828.60 kg de semilla forestal, lo que representa a 1,943 kg anuales.

RECOMENDACIONES

- Con base en la metodología de recolección de datos sugerida por la Red Andina de Semillas Forestales, realizar periódicamente estudios de oferta y demanda de semillas, de ser posible anualmente.
- Proponer a las autoridades nacionales inventariar de los viveros forestales del país, puesto que a través de estos se puede determinar periódicamente la demanda de semillas y plantas en Bolivia
- Coordinar trabajos de registro de fuentes semilleras, productores y comercializadores de semillas forestal con el Programa Nacional de Semillas



Perspectivas de la demanda de semillas forestales para el período 1999-2005 en la República Dominicana

Yoni Rodríguez¹

INTRODUCCION

El Sector forestal en la República Dominicana ha tenido un repunte de consideración, a partir del establecimiento de plantaciones forestales y proyectos agroforestales con diferentes objetivos y manejo de algunas zonas de bosques naturales (Anexo 1 y 3); en el cual se ha involucrado el gobierno, el sector privado, las ONGs y organizaciones comunitarias; por lo cual se ha incrementado la demanda anual de semillas la cual en muchos casos, no proviene de fuentes seleccionadas, lo que afecta la calidad de las plantaciones.

Uno de los esfuerzos de mayor importancia de parte del sector gubernamental ha sido la puesta en marcha en 1997 del Plan Nacional Quisqueya Verde (PNQV), con el objetivo de desarrollar un programa de fomento y manejo de los recursos naturales que contribuya a mejorar la calidad de vida de la población rural. Teniendo como metas específicas: aumentar la cobertura boscosa, apoyar el programa de manejo integral de cuencas hidrográficas, establecer programas de reforestación y agroforestería en áreas específicas, aumentar la producción forestal para suplir el mercado local y promover las pequeñas y medianas industrias forestales.

Dentro de los próximos siete años el PNQV pretende plantar 120,000 ha (un promedio de 17 300 ha/año); que unido a las 10 200 ha que sembrarán los productores privados según la tendencia de los últimos cinco años (Anexo 2), se espera que para los próximos siete años se reforesten unas 135 000 ha, con un promedio de 19300 ha/año.

Para cumplir con la meta de reforestación se necesitarán aproximadamente 184 millones de plántulas de diferentes especies, para un promedio de 26.3 millones de plántulas por año (Anexo 4).

Con este trabajo se busca establecer algunos parámetros para estimar la cantidad de semillas que serán demandadas en los próximos siete años, para cumplir con la tasa de reforestación que el país se ha propuesto como meta.

COMPORAMIENTO DE LA DEMANDA DE SEMILLAS Y PLANTULAS

La Fig. 1 presenta la proyección de producción de plantas de 1999 hasta el 2005, donde se espera que la producción de plantas inicie con 21 millones en el 1999, y se incremente paulatinamente hasta llegar a los 33 millones en el 2005, para una producción anual promedio de 26 millones de plantas y un incremento promedio del 9% con respecto al año anterior.

En cuanto a la producción de plantas por especie (Fig. 2), tres especies representan alrededor del 48% de la producción total (*A. mangium*, *P. caribaea* y *P. occidentalis*); en el caso de *Acacia mangium*, la producción se pretende reducir paulatinamente en un 10%, la cual va desde 6 millones de plantas que se están produciendo para el año 99 hasta bajarlo a unos 2.5 millones para el 2005. Sin embargo, para la mayoría de las especies la producción experimentará un incremento en un rango que oscila desde un 5% hasta un máximo de un 15%.

Para satisfacer la demanda de semillas para la producción de plantas (Fig. 3 y 4), de las especies prioritarias se necesitarán alrededor de 15 mil kg de semillas. Se plantea que la eficacia a nivel de los viveros en el uso de las semillas mejorará en un 10% en los primeros tres años y un 6% en el cuarto año, hasta equilibrar la eficacia en un 70%. Producto de estos, se nota que para todas las especies, la cantidad de semillas que se necesitan para producir la cantidad de plantas requerida es mayor, y que producto de la mejoría en la eficacia de su manejo, se llegará a utilizar menor cantidad de semillas (años 2000, 2001 y 2002) y luego se incrementa debido a que la eficacia se ha estabilizado y es necesario producir una cantidad de plantas mayor. En el caso de *A. mangium*, producto de que la demanda de plantas cada año que pasa será menor, la demanda de semillas se irá reduciendo a través del tiempo.

¹ Banco de Semillas Forestales, Dirección General Forestal.

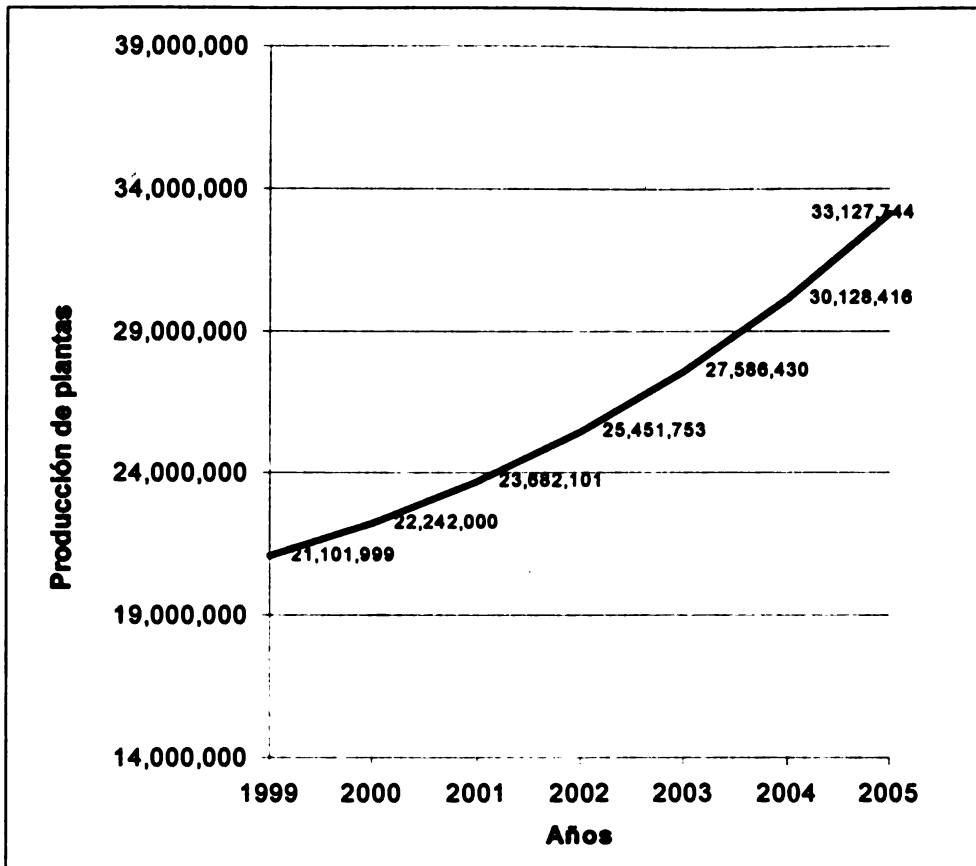


Figura 1. Tendencia en la producción de plántulas forestales de 99-2005 en República Dominicana.

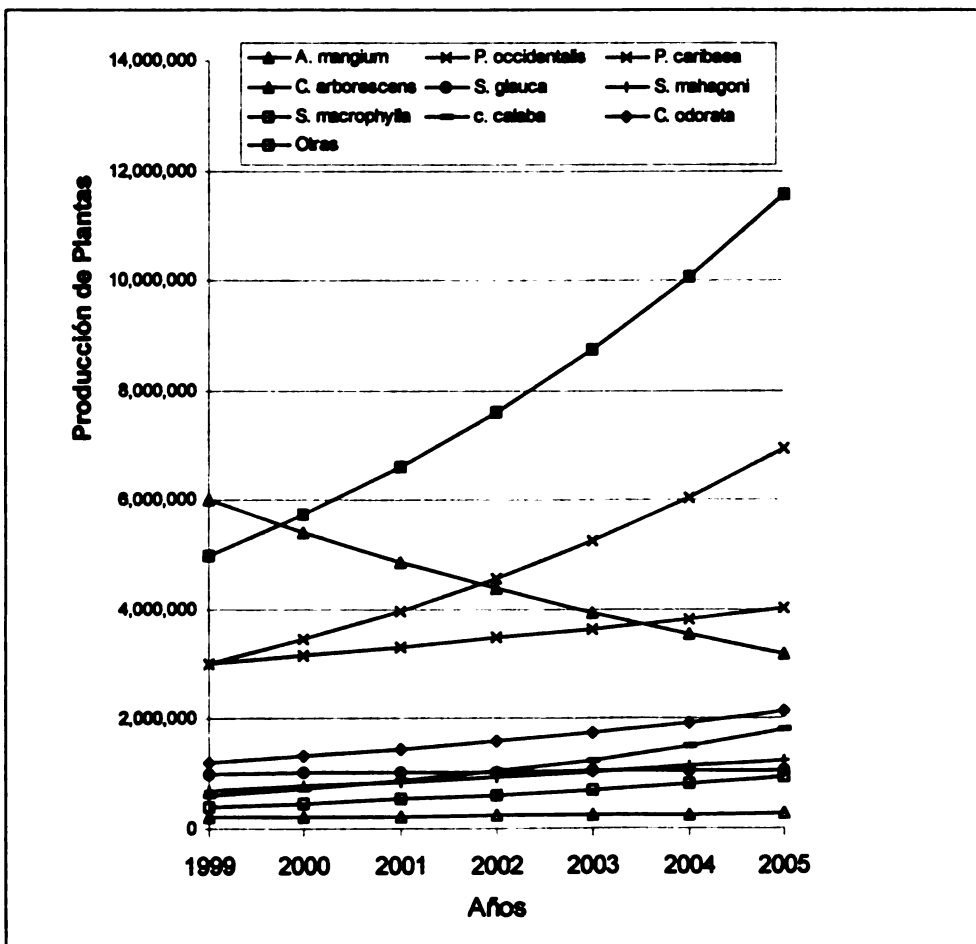


Figura 2. Tendencia en la producción de plantas por especies para el período 1999-2005 en República Dominicana.

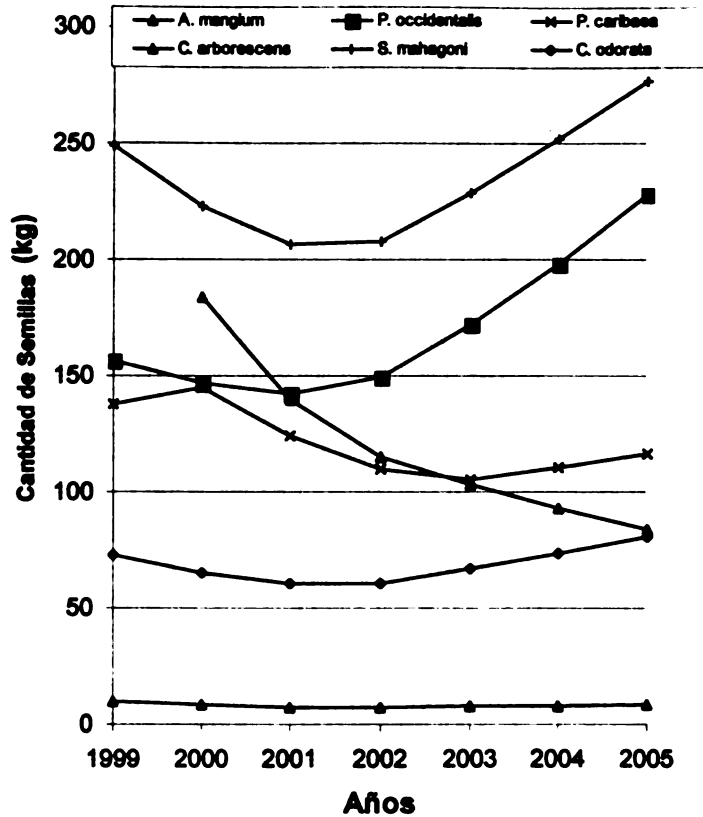


Figura 3. Necesidad de semillas para satisfacer la demanda de plantas por especies para el período 1999-2000 en República Dominicana.

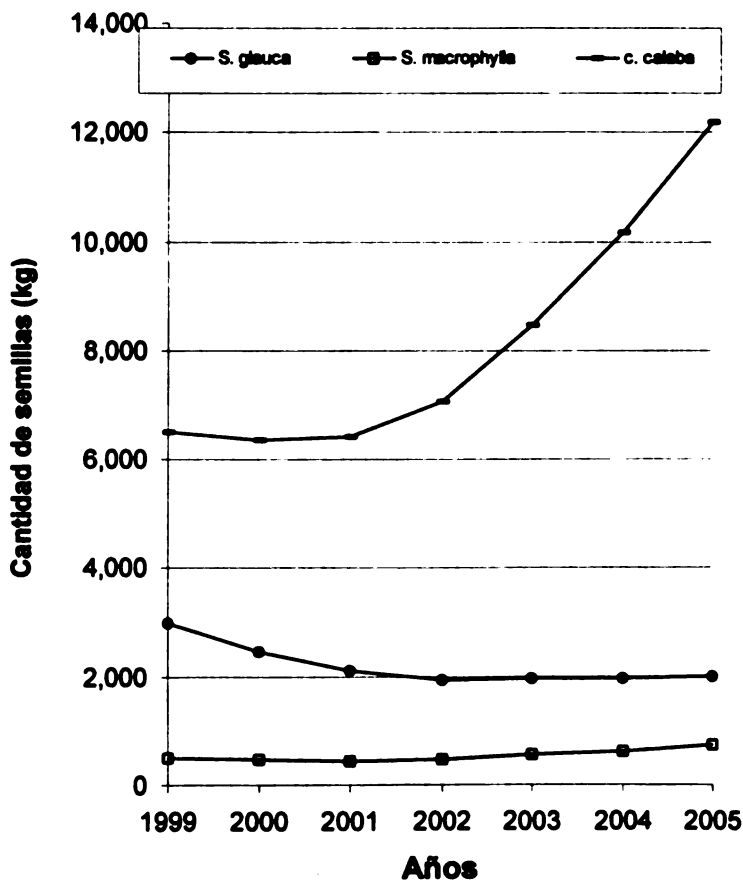


Figura 4. Necesidad de semillas para satisfacer la demanda de plantas por especies para el período 1999-2005 en República Dominicana.

CONCLUSIONES

- La producción de plantas estará dominada en los próximos cinco años por tres especies (*A. mangium*, *P. caribaea* y *P. occidentalis*), aunque una serie de especies que anteriormente no se estaban promocionando en la reforestación incrementarán paulatinamente su nivel de utilización.
- Existe un gran déficit en cuanto a la disponibilidad de fuentes semilleras para satisfacer la demanda de las especies prioritarias que se requerirán para la producción de plantas, destinadas a cumplir con la meta de reforestación anual.
- Si se continúa con la tendencia de la reforestación proyectada, no habrá cambios de importancia en cuanto a las especies que se demandarán en los próximos siete años, o sea que serán las mismas especies que han venido utilizando en la última década.
- En los tres primeros años el país deberá incursionar en el mercado internacional para la obtención de semillas y suplir la demanda, así como la obtención de semillas de las especies que se están promocionando, pero que en el país no existen fuentes semilleras.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- República Dominicana; Comisión Nacional Técnica Forestal. 1991. Plan de Acción Forestal para la República Dominicana. Santo Domingo. 101 p.
- República Dominicana; Dirección General Forestal. 1998. Una década en defensa de los recursos naturales. Santo Domingo. 55 p.
- República Dominicana; Plan Nacional Quisqueya Verde. 1998. Lista de especies a promover en los planes de reforestación. Santo Domingo, 1 p.
- _____. 1998. Planificación de la reforestación para el período 1998-99. Santo Domingo, s/p.
- Rodríguez, Y. 1996. Eficiencia en la producción de plantas a nivel de vivero para *Pinus caribaea* y *Pinus occidentalis*. El Rodal 3: 2-3.
- Sánchez, A; Rodríguez, Y. 1995. Información base para desarrollo de una estrategia de mejoramiento genético forestal en la República Dominicana. Dirección General Forestal, Santo Domingo, 19 p.

Anexo 1.

Area reforestada por La DGF El Período 1988-1997 en República Dominicana.

AÑO	TOTAL (ha)
1988	2.222
1989	2.776
1990	1.963
1991	2.476
1992	1.621
1993	1.785
1994	1.340
1995	1.960
1996	2.225
1997	2.340
TOTAL	20,708

Anexo 2.

Area reforestadas bajo el régimen de fincas forestales durante 1990-97 en República Dominicana.

AÑOS	PROPIETARIO (No.)	AREA (ha)	ARBOLES PLANTADOS
1990	6	87.30	419.776
1991	435	429.00	854.344
1992	140	1.242.00	1.053.203
1993	618	1.471.00	2.554.391
1994	524	1.411.95	2.321.505
1995	912	1.793.14	3.100.939
1996	486	1.266.00	2.555.979
1997	234	1.375.22	2.973.748
TOTAL	3,355	9,075.61	15,830,885

Anexo 3.

Semillas forestales recolectadas y distribuidas en el período 1988-1997 en República Dominicana.

AÑO	RECOLECTADAS (kg)	DISTRIBUIDAS (kg)
1988	685.00	516.36
1989	1,105.45	386.36
1990	1,816.48	1,333.36
1991	1,860.57	878.75
1992	1,770.23	1,445.68
1993	976.82	790.57
1994	564.92	291.82
1995	2,453.52	2,243.18
1996	1,848.07	1,600.45
1997	2,624.43	1,791.36
TOTAL	15,704.89	11,277.94

Anexo 4.

Listado de especies forestales prioritarias para la reforestación el período 1999-2005 en República Dominicana

NOMBRE CIENTIFICO	NOMBRE COMUN
<i>Acacia mangium</i>	Acacia
<i>Cordia alliodora</i>	Capá
<i>Calophyllum calaba</i>	Mara
<i>Catalpa longissima</i>	Roble
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba
<i>Citharexylum fruticosum L.</i>	Penda
<i>Colubrina arborescens</i>	Corazón de paloma
<i>Grevillea robusta</i>	Grevillea o Roble de seda
<i>Pinus caribaea</i>	Pino hondureño
<i>Pinus occidentalis</i>	Pino criollo o pino de cuaba
<i>Swietenia mahagoni</i>	Caoba criolla
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba hondureña
<i>Simarouba glauca</i>	Juán primero
<i>Inga vera</i>	Guama
<i>Juniperus gracilior</i>	Sabina
<i>Guarea guidonea</i>	Cabirma
<i>Mora abbottis</i>	Cola
<i>Genipa americana</i>	Jagua
<i>Samanea saman</i>	Samán
<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés
<i>Ocotea leucoxyllum</i>	Cigua prieta o laurel prieto
<i>Ocotea coriacea</i>	Cigua blanca o laurel perdiz
<i>Tectona grandis</i>	Ica
<i>Eucalyptus grandis</i>	Eucalipto
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto
<i>Eucalyptus salina</i>	Eucalipto
<i>Gmelina arborea</i>	Melina
<i>Casuarina equisetifolia</i>	Casuarina

Comercialización de semillas en el Banco de Semillas Forestales del Centro Agrícola Cantonal de Hojanca (CACH).

Gabriela Barrantes¹

ANTECEDENTES

Establecimiento del Centro Agrícola Cantonal de Hojanca (CACH). Durante los años 70, se empieza a sentir el efecto del desempleo, la deforestación, la erosión, y un grave deterioro social reflejado en una alta migración que alcanzó niveles de hasta 57% en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. Esto aglutinó a las organizaciones del cantón para emprender un Plan de Desarrollo Rural Integral, dando así la creación al Centro Agrícola Cantonal de Hojanca (CACH) el 26 de mayo de 1978.

El CACH es una organización pública descentralizada, formada con el respaldo de la Ley de Creación de los Centros Agrícolas Cantonales N° 4521, establecida para promover la participación de la población del cantón en el planeamiento y ejecución de programas tendientes a desarrollar el sector agropecuario, asegurar su eficacia y el mejoramiento del bienestar socioeconómico de la comunidad.

El CACH está conformado por 225 productores, los cuales se reúnen una vez cada dos años para formar la Asamblea General de Afiliados, donde se elige la Junta Directiva por un período de dos años, con un representante de la Municipalidad, uno del Ministerio de Agricultura, Ganadería y uno del Sistema Bancario Nacional y ocho representantes de los agricultores, cuatro propietarios y cuatro suplentes.

Las principales actividades productivas que realiza el CACH son: la industrialización y comercialización de miel de abeja, el desarrollo forestal (proyectos de reforestación y conservación de bosque), la comercialización de semillas forestales, la industrialización y comercialización de la madera y el financiamiento a pequeños y medianos productores.

Antecedentes del Banco de Semillas Forestales.

El Banco de Semillas Forestales del CACH, se encuentra ubicado en el cantón de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica y dispone de un centro de abastecimiento continuo de material reproductivo forestal de adecuada calidad física y genética, como respaldo al incremento en la actividad forestal de la región, motivada por los incentivos forestales, la conciencia ambiental y por la desaparición del Banco de Semillas Estatal desde 1995.

El Banco de Semillas Forestales, ha sido fortalecido gracias al apoyo del Área de Conservación Tempisque (ACT/MINAE) Programa de Desarrollo Campesino Forestal del Sistema Nacional de Áreas de Conservación (DECAFOR/SINAC/MINAE), el Programa de Semillas Forestales (PROSEFOR/CATIE), la Oficina Nacional de Semillas (ONS), y a la Fundación Café Forestal, con lo cual ha sido posible apoyar los programas de reforestación y garantizar la disponibilidad de semillas de calidad genética.

Dentro de las actividades del Banco de Semillas Forestales están la selección y el manejo técnico de fuentes semilleras, así como la recolección, procesamiento, almacenamiento, y control de calidad de semillas; también se brinda atención al público en ventas, despachos de semilla y trámites de exportación.

COMERCIALIZACION DE SEMILLAS FORESTALES

A continuación se ofrece información relevante sobre la comercialización de semillas en especies forestales durante los últimos dos años desde marzo de 1997 hasta mayo de 1999.

Semillas forestales disponibles

El Banco de Semillas Forestales del CACH, recolecta y comercializa principalmente semillas de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*), certificadas o autorizadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS) de Costa Rica, también recolecta semillas de especies nativas de la región de Guanacaste (Cuadro 1).

¹ Jefe Banco de Semillas Forestales. Centro Agrícola Cantonal de Hojanca Banco de Semillas Forestales del Centro Agrícola Cantonal de Hojanca (CACH), Guanacaste, Costa Rica.

Cuadro 1. Semillas de especies forestales usualmente disponibles en el Banco de Semillas Forestales del CACH, Costa Rica, 1999.

Nombre científico	Nombre común	Aprox. semillas viables/kg	Algunos usos de la especie
<i>Acacia mangium</i>	Acacia	60 000	M/CV
<i>Anacardium excelsum</i>	Espavel	650	M/A/ML
<i>Astronium graveolens</i>	Ron ron	25 000	M/EA
<i>Azadirachta indica</i>	Neem	1 200	F/O/M
<i>Bombacopsis quinata</i>	Pochote	19 000	M/CV
<i>Cassia grandis</i>	Carao	872	A/P/M/O/ML
<i>Cassia fistula</i>	Casia	3 500	O/CV/S
<i>Cassia siamea</i>	Casia	28 000	O/CV/S/I
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro amargo	39 000	M/S
<i>Ceiba pentandra</i>	Ceiba	10 150	M
<i>Dalbergia retusa</i>	Cocobolo	9 800	M/EA
<i>Delonix regia</i>	Malinche	1 500	O/CV
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	800	M/A/ML
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	1 200	M/P/L
<i>Gliricidia sepium</i>	Madero negro	5 000	F/O/CV/L/P
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	100 000	F/L/A
<i>Hymenaea courbaril</i>	Guapinol	200	M/A
<i>Platymiscium pleiostachyum</i>	Cachimbo	1 500	M/EA
<i>Pseudosamea guachapele</i>	Guayaquil	15 000	M/L/P/ML
<i>Samanea samum</i>	Cenizaro	2 400	M/O/A/P/ML
<i>Schizolobium parahybum</i>	Gallinazo	935	M/ML/O
<i>Simarouba glauca</i>	Accituno	1 040	M/O/A/ML
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	2 000	M/EA/S
<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Cortes negro	5 300	M/O/ML
<i>Tabebuia ochracea</i>	Cortes amarillo	43 000	M/O/ML
<i>Tabebuia rosea</i>	Roble de sabana	35 000	M/O/ML
<i>Tectona grandis</i>	Teca	600	M/P/CV
<i>Terminalia oblonga</i>	Guayabón/surá	20 000	M

USOS:

A: Alimento fauna, CV: Cercas vivas, R: Rompevientos, M: Maderable, O: Ornamental, F: Forraje, L: Leña, P: Postes, S: Sombra cultivos, EA: Especie amenazada, ML: Melífera

Fuentes semilleras

El Banco de Semillas Forestales del CACH, desde marzo de 1997 hasta mayo de 1999 ha recolectado 19777 kg de semilla; en la Fig. 1, se muestran las categorías de las fuentes semilleras o procedencia de donde son recolectadas las semillas. Del total de semilla recolectada un 3% corresponde a semilla de melina (*Gmelina arborea*) bajo la categoría autorizada A, es decir procedente de un huerto semillero de plántulas, donde aún, no se le han completado todos los raleos de depuración y las pruebas genéticas.

Aproximadamente un 15% de la semilla es procedente de rodales semilleros de teca (*Tectona grandis*) y melina (*Gmelina arborea*) producidas en fuentes semilleras de la categoría autorizada B, es decir, son plantaciones de base genética amplia, cuya área mínima es de 1 ha, aisladas para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y sometidos a raleos de mejoramiento con un promedio de 75-150 árboles aceptables por ha.

El 52% de la semilla procede de fuentes seleccionadas dentro de la categoría autorizada C, que corresponden a rodales semilleros que no cumplen en su totalidad con las condiciones de aislamiento o que no han sido sometidos a aclareos de depuración, pero que pueden pasar a la categoría autorizada B si se llevan a cabo los aclareos respectivos.

Un 25% del total, (principalmente semilla de teca) son abastecidos por fuentes identificadas de plantaciones y parcelas experimentales no incluidas en el programa de certificación. Por último un 5%, aproximadamente 1 040 kg de semilla principalmente de especies nativas, es abastecido de fuentes identificadas en pequeñas secciones de bosque natural, o de árboles aislados en fincas o potreros.



Figura 1. Distribución en porcentaje de la procedencia de las semillas recolectadas, a partir de marzo de 1997 a mayo de 1999. Banco de Semillas Forestales del CACH, Costa Rica.

Demanda de semillas

Especies de mayor demanda. Las especies forestales de mayor demanda en el mercado nacional e internacional son la teca y melina, y en menor porcentaje las especies nativas (Fig. 2). Desde marzo de 1997 hasta mayo de 1999, se ha logrado comercializar 17 453 kg de semilla; de este total 13 173 kg corresponden a semilla de teca y 3430 kg a melina.

La demanda se orienta casi en su totalidad a empresas reforestadoras privadas, viveros comerciales y a pequeños finqueros que pretenden conservar, enriquecer y recuperar áreas degradadas utilizando especies nativas.

Solamente el 5% de la demanda corresponde a especies nativas, lo cual representa alrededor de 852 kg de semilla, distribuido dentro de cinco especies principales: *Schizolobium parahybum* (Gallinazo), *Cassia grandis* (Carao), *Swietenia macrophylla* (Caoba), *Dalbergia retusa* (Cocobolo) y *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) (Fig. 3).

Aproximadamente 343 kg de semilla de especies nativas se encuentran dentro del rubro "otras" en la figura anterior, algunas de estas especies son: *Cedrela odorata*

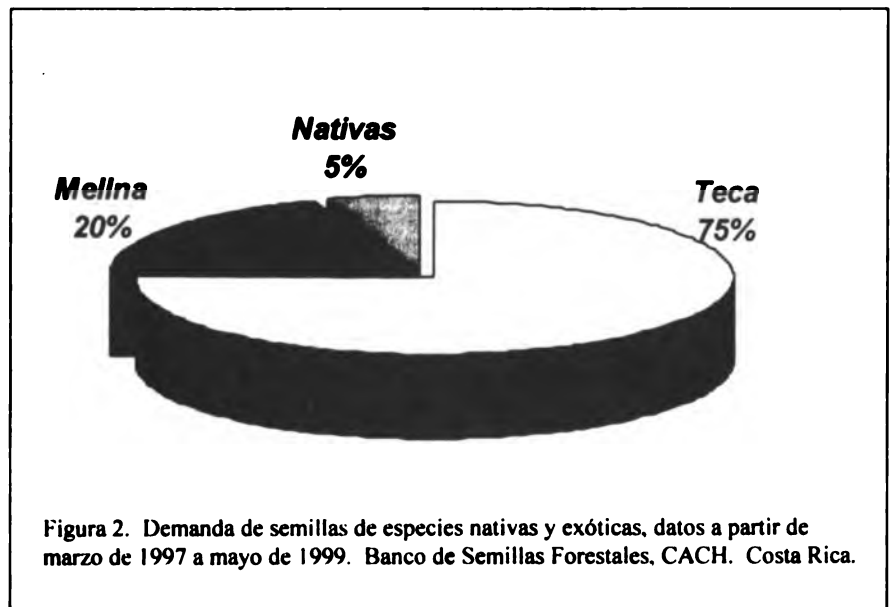


Figura 2. Demanda de semillas de especies nativas y exóticas, datos a partir de marzo de 1997 a mayo de 1999. Banco de Semillas Forestales, CACH. Costa Rica.

(Cedro), *Astronium graveolens* (Ron Ron) y especies amenazadas como el *Platymiscium pleiostachyum* (Cristóbal) y el *Sideroxylum capirie* (Tempisque).

Consumo nacional y de exportación. Del total de semilla comercializada durante el período de marzo de 1997 a mayo de 1999 (Fig. 4), un 64% corresponde a demanda a escala nacional, lo cual representa 11 222 kg de semilla, que se distribuye en especies nativas y exóticas (teca y melina).

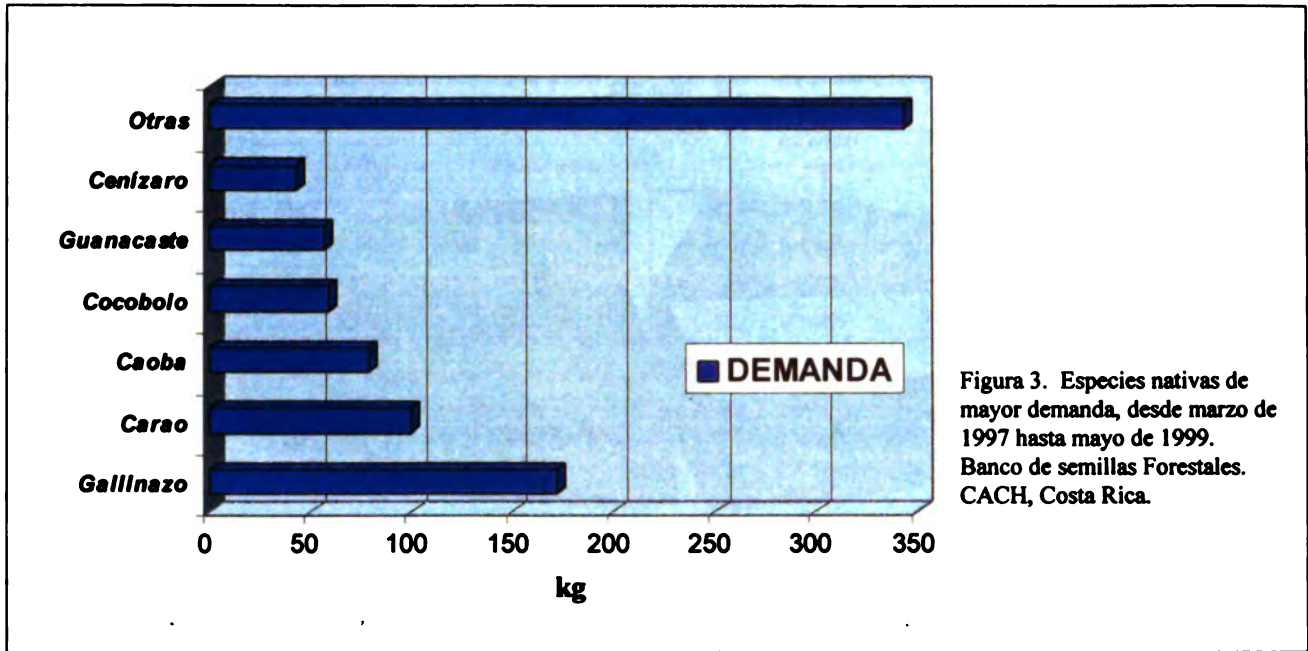


Figura 3. Especies nativas de mayor demanda, desde marzo de 1997 hasta mayo de 1999. Banco de semillas Forestales. CACH, Costa Rica.

Del total de semilla consumida en el ámbito nacional un 84% corresponde a la teca, un 9% a melina y un 7% a semilla de especies nativas.

Esta preferencia también se refleja en el incremento de la reforestación con teca durante los últimos cinco años en el área de influencia del CACH, ya que en 1995 un 30% de las plantaciones fueron establecidas con teca, hasta llegar a un 73% en 1999, mientras que la utilización de melina se redujo de un 38% en 1995 a un 14% en 1999.

Se han exportado 6 331 kg de semilla durante ese período, distribuidos de la siguiente forma: un 59% de teca, un 39% de melina y un 2% de especies nativas.

Países importadores de semilla. En el período de marzo de 1997 a mayo de 1999, el principal importador de semillas del Banco de Semillas Forestales del CACH, fue Guatemala, que ha importado principalmente semilla de teca (84%), seguido de México y Ecuador que importaron principalmente semilla de melina (57%) y (81%) respectivamente. Otros países importadores de semillas de especies nativas son: Honduras, Panamá y Nicaragua.

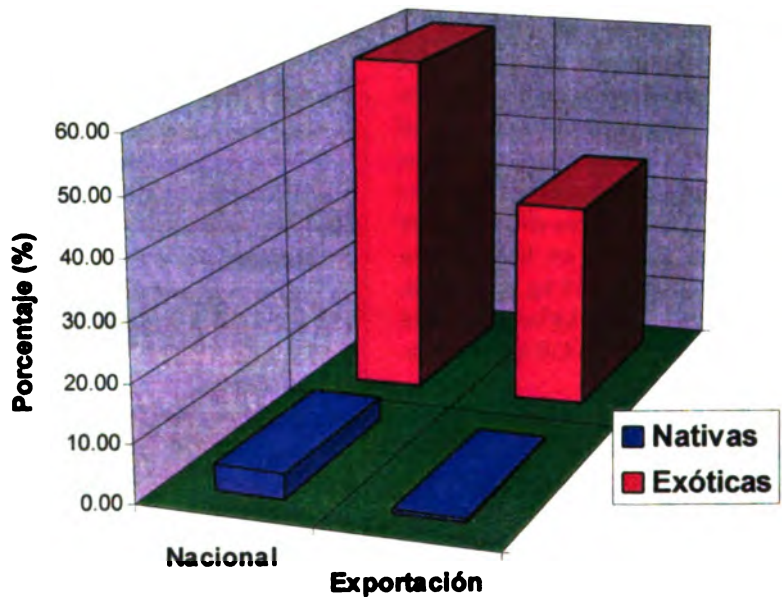


Figura 4. Distribución de la demanda nacional y de exportación, de semillas de especies nativas y exóticas (teca y melina), de marzo de 1997 a mayo de 1999. Banco de Semillas Forestales, CACH, Costa Rica.

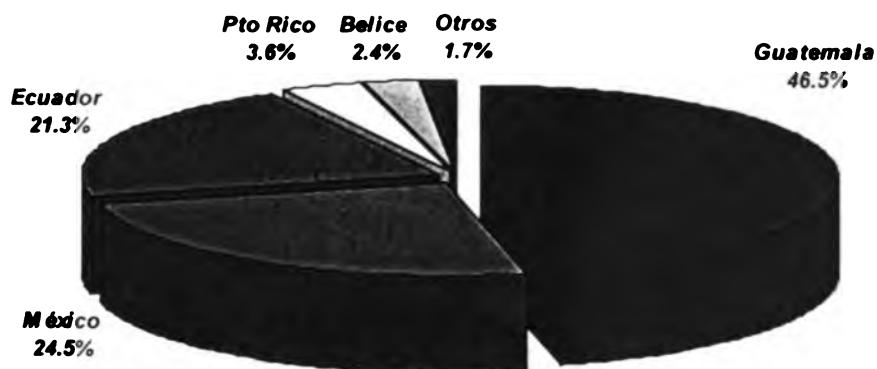


Figura 5. Principales países importadores de semilla del CACH, durante el periodo de marzo de 1997 a mayo de 1999. Banco de Semillas Forestales del CACH. Costa Rica.

CONCLUSIONES

- El CACH recolecta anualmente un promedio de 9 888 kg de semilla y comercializa 8 726 kg de semilla anualmente.
- Las especies de mayor demanda tanto en el ámbito nacional como internacional son teca y melina.
- El CACH recolecta y comercializa semillas certificadas por la Oficina Nacional de Semillas (ONS) para las especies teca y melina.

LITERATURA SELECCIONADA

Mesén, F. *et al.* 1996. Guía técnica para la producción de semilla forestal certificada y autorizada. CATIE. Oficina Nacional de Semillas: Ministerio de Ambiente y Energía. Turrialba, Costa Rica.



Los pinos mexicanos y su utilización como especies introducidas de alto potencial en varios países del mundo

Basilio Bermejo V. ;
José B. Pontones¹

INTRODUCCION

La ubicación y la forma del territorio mexicano revisten características de interés en la gran diversidad ecológica a lo largo de su superficie, la cual se distribuye mas o menos equitativamente a ambos lados del Trópico de Cáncer y alcanza en sus extremos meridionales a los paralelos 14°30'N y 32°42'N respectivamente (Rzedowski 1986).

La complicada topografía, unida a las grandes diferencias determinadas por la latitud, altitud a nivel regional, así como la forma misma del territorio, dan como resultado un mosaico climático con un numero muy grande de variantes. Esta gran variedad de condiciones fisiográficas, ecológicas y climáticas son las principales causas que han dado lugar a la existencia de una gran biodiversidad de elementos florísticos que conforman la cubierta vegetal del territorio nacional.

La cubierta vegetal de México es una de las más ricas y variadas del planeta. La vegetación varía grandemente desde la existencia de ecosistemas áridos y los grandes desiertos hasta las densas y frondosas selvas de ecosistemas tropicales. Desde la vegetación netamente tropical característica de las zonas bajas y cálidas hasta los páramos de alta montaña. Todo esto sin faltar diferentes tipos de pastizales, los bosques caducifolios, ni tampoco los exuberantes bosques de coníferas.

Dentro de los bosques de coníferas en México, los pinos son catalogados como el primer género de arboles en distribución y área. Los pinos ocurren de manera natural prácticamente en todos los Estados de México, a excepción de los Estados de Tabasco, Campeche y Yucatán, los cuales se encuentran localizados hacia la parte tropical del Sureste de México.

México con 70 ó más taxa reconocidos de *Pinus* es extremadamente rico en representativos de este género

(Dvorak 1987; Eguiluz 1988; Caballero y Bermejo 1994). Varias de estas especies son utilizadas actualmente en programas intensivos de cruzamiento en Africa del Sur, Australia y Brasil (Gibson 1987) y son objeto de programas de mejoramiento en otros países (Barnes 1988). Por lo tanto el valor de los pinos mexicanos como recurso genético han sido ampliamente reconocido a nivel internacional.

LOS PINOS MEXICANOS

Distribución y variación ecológica

Los pinos de México y América Central se extienden entre las latitudes 12° y 32°N. El Trópico de Cáncer atraviesa México aproximadamente por la parte central del país, por lo tanto muchas áreas de pinares podrían ser consideradas como tropicales, sin embargo esto es únicamente válido desde el punto de vista geográfico, pero no desde un punto de vista climático (Perry 1991).

Para propósitos del presente trabajo se podría excluir a la península de Yucatán, cuyo clima es tropical y donde prácticamente no existen bosques de coníferas, a excepción de un pequeño nicho ecológico localizado al sur del Estado de Quintana Roo, en donde se crece un pequeño bosque de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. De esta manera se podría dividir a México en tres zonas naturales, cada una extendiéndose desde el extremo sur hasta el extremo norte del territorio nacional.

Estas zonas son (Fig. 1):

1. Las dos planicies costeras y pequeñas elevaciones de tierras continentales de hasta 800 m de altitud, extendiéndose a lo largo del Océano Pacífico y Golfo de México. Estas dos bandas, una tropical y otra desértica no presentan bosques de coníferas.
2. La Meseta Central, estrechándose hacia el sur y constituida por valles individuales extendiéndose hacia

¹ Centro de Genética Forestal A.C., Chapingo. México.

el sur de la ciudad de México. Esta meseta se caracteriza por poca, o escasa presencia de bosques de coníferas.

3. Entre las dos planicies costeras y la Meseta Central, se localizan las regiones montañosas principalmente de origen volcánico, las cuales coinciden con el área de distribución de los bosques de coníferas, y cuyas altitudes varían desde los 800 m. hasta un poco más de 5500 m. de altitud.

Existen tres principales cadenas montañosas, parcialmente cubiertas por bosques de coníferas:

1. La Sierra Madre Occidental, localizada de manera paralela a la planicie costera del oeste continuando la Sierra Madre del Sur y la Sierra de Chiapas.
2. La Sierra Madre Oriental, situada de manera paralela a la planicie costera del este.
3. La Cordillera del Eje Neovolcánico, la cual corta la meseta central de costa a costa, y produce pequeñas montañas en donde existen bosques de coníferas.

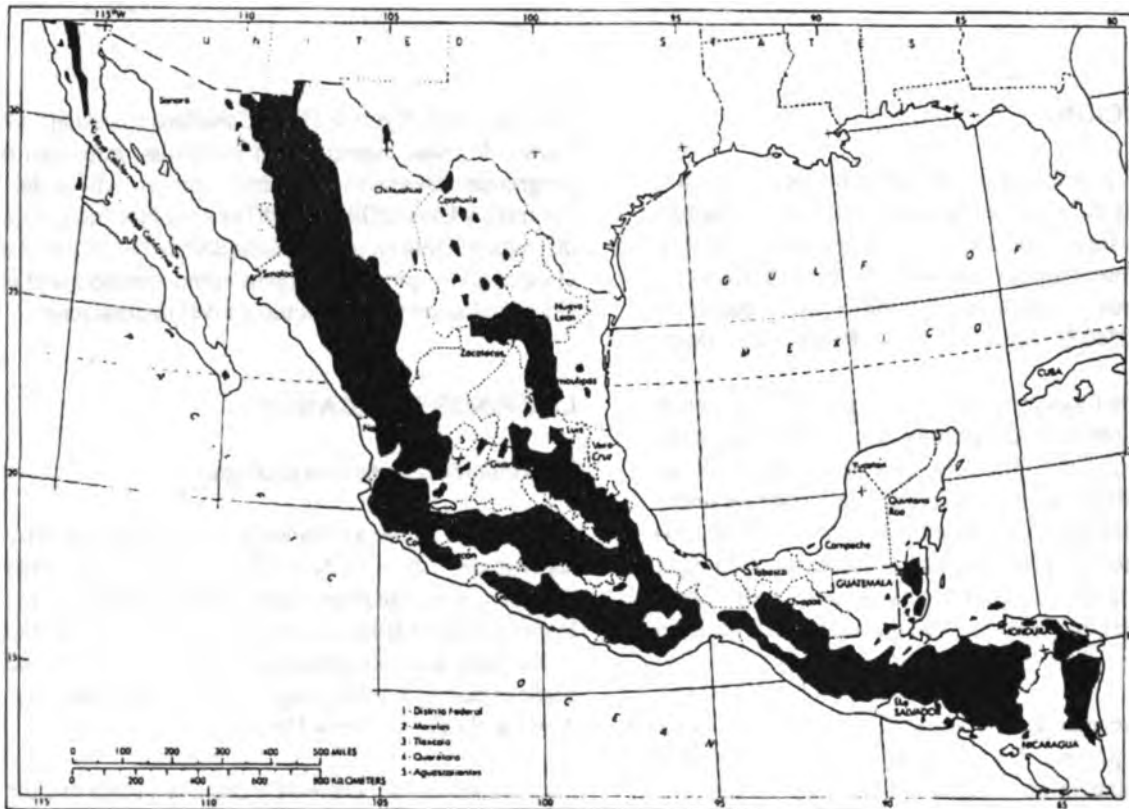


Figura 1. Bosques de pino de México, América Central.

Lo anterior, señala a México como un país predominantemente montañoso y por tal razón presenta gran diversidad de climas, dentro de los cuales, muchas y variadas especies de pinos vegetan desde climas húmedos tropicales en las estrechas planicies costeras del sur, hasta climas templados fríos en las altas montañas del centro y del norte, incluyendo además condiciones boreales en los picos con nieves perpetuas.

La accidentada topografía de las cadenas montañosas, desciende frecuente y rápidamente desde los 3000 hasta los 1000 msnm y menos, lo cual resulta en cambios drásticos sobre distancias muy cortas. Perry (1991) señala que en este sentido, la altitud más que la latitud es el factor más

importante de control del clima, el cual a su vez afecta la distribución de las especies y la diversidad genética de los pinos mexicanos.

La actual distribución geográfica de las diferentes especies de pinos mexicanos, ha contribuido mucho al conocimiento de la evolución pasada y la variación natural presente dentro del género, Martínez (1948) presentó datos sobre la extensión natural de cada especie. También, publicó mapas de distribución de muchas especies y listas de los pinos registrados en cada estado. La distribución natural de cada especie es casi reconocida en la actualidad, encontrándose aun diferentes localidades en donde se conoce la ocurrencia de pinos, todavía inexploradas.

Algunas especies de pinos tienen una extensa y variable distribución geográfica con características originales o adaptadas a su situación geográfica o ecosistema en donde se encuentran presentes. Es reconocido que los pinos mexicanos muestran considerable plasticidad y gran variabilidad. Shaw (1914) señaló que esa variación es el paso preliminar hacia la evolución de las especies.

De esta manera, ciertos caracteres aparentemente representando adaptaciones, han sido de gran valor de sobrevivencia y ventajosos para la propagación de los taxa que los poseen. Otros caracteres aparentemente son más o menos neutrales. Shaw (1914) asumió que ciertas variaciones en los pinos mexicanos, tales como el tamaño de las hojas o frutos y número de hojas eran evidencia de la modificación de adaptabilidad de crecimiento, en respuesta a diversas condiciones climáticas. Sin embargo, las plantaciones realizadas en África han demostrado que muchos caracteres son fijos, constantes y hereditarios.

En México comúnmente crecen juntas de tres a cinco especies de pinos en un mismo bosque. Frecuentemente en altitudes medias o altas, en unos pocos kilómetros de distancia crecen de una a tres especies, o más, y 12 Estados de México tiene al menos 10 especies de pinos cada uno. Probablemente existan pocos lugares en el mundo fuera de México donde puedan crecer juntas 5 especies de pinos.

El género *Pinus* exhibe la variación altitudinal más grande que cualquier otro género de árboles en México. Se encuentran especies casi al nivel del mar como *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en el sur del Estado de Quintana Roo; otras crecen en bajas altitudes 700 msnm o menos como el *P. oocarpa*, *P. michoacana* y *P. chiapensis*. El *P. hartwegii*, que crece y se desarrolla en altitudes desde 4000 msnm, se caracteriza por encontrarse a la mayor altitud no solo de México, sino del continente americano.

Un factor importante en la evolución de las diferentes especies ha sido el gran número de nuevos hábitats. Los pinos son invasores agresivos de suelos minerales expuestos. Muchas áreas montañosas son volcánicas, compuestas por volcanes apagados, corrientes de lava y depósitos de cenizas volcánicas, los cuales fueron áreas desnudas propicias para la invasión por pinos sobre bases de competencia. Varios conos volcánicos relativamente jóvenes, como el volcán Parícutín que surgió en 1943 en el Estado de Michoacán, constituye un ejemplo de invasión de especies de pinos en terrenos cubiertos por residuos de lava volcánica.

Muchas especies de pinos identificadas en la actualidad son características de ciertos tipos de hábitats, por ejemplo el grupo de especies denominado pinos piñoneros, ocurre en una zona climática semiárida y cálido templada

caracterizada por la presencia de bajas precipitaciones anuales de 300 a 500 mm. Algunas especies representativas de este grupo y tipo de ecosistemas son *Pinus cembroides*, *P. discolor*, *P. pinceana* y *P. maximartinezii* entre otros. Otras especies como *P. lumholtzii* parece estar restringida a zonas secas y rocosas. Algunas especies, en contraste, como el *P. patula* vegeta en zonas de alta precipitación desde 1500 a 3000 mm hacia la parte del golfo de México.

IMPORTANCIA ECONOMICA

Los pinos de México muestran también una remarcada variación en sus propiedades de la madera (Zobel 1964). Esta variación es exhibida dentro y entre árboles, entre rodales, entre sitios dentro de especies y entre procedencias. Madera con casi cualquier calidad deseable puede ser encontrada en muchas especies. Diversos estudios de variación en propiedades de la madera han mostrado la evidencia de que la variación interespecífica de longitud de traqueidas es frecuentemente mayor que para el peso específico. Zobel (1964) al estudiar 20 especies encontró las traqueidas más cortas en *Pinus hartwegii*, *P. montezumae* y *P. rudis* con valores de 1.92, 2.20 y 2.42 mm. respectivamente. En contraste en el otro extremo con traqueidas más largas, estas estuvieron presentes en *Pinus lumholtzii*, *P. pseudostrobus* y *P. oocarpa* con valores de 4.92, 5.0, 5.07 mm., respectivamente.

Los pinares en México representan el grupo de especies que sustentan la industria forestal. Del total del recurso forestal, los pinos representan aproximadamente el 81.1 % de la explotación. Más de 2350 industrias de todo tamaño utilizan los pinos en forma de productos sólidos y fibras, astillas, resinas, postes, durmientes y hasta las acículas y conos en arreglos artesanales.

La utilización de los pinos en México para la elaboración e industrialización de productos forestales presenta varias y diferentes facetas. Los renglones más importantes, incluyen entre otros: celulosa y papel; madera aserrada para la construcción de muebles, casas, postes, durmientes, fabricación de cajas de empaque, maderas contrachapadas, instrumentos musicales y artesanías; resinación y madera para combustible. Por otra parte a nivel regional y local diversas especies son utilizadas para cosecha de semillas comestibles, diferentes usos ornamentales e incluso para usos medicinales.

Prácticamente todas las especies de pino son utilizadas para la elaboración de maderas aserradas, algunas de las especies más usadas en este rubro son: *Pinus durangensis*, *P. cooperi*, *P. michoacana*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa*, *P. montezumae* y *P. pseudostrobus*. Dentro de la producción de celulosa y papel destacan: *P. michoacana*, *P. patula*, *P. pseudostrobus* entre otros.

La utilización de los pinos en la elaboración de chapas de madera se ha venido también llevando a cabo con marcado éxito, ya que un buen número de especies se han adaptado con facilidad a esta industrialización. Dentro de las principales especies usadas para este tipo de productos se encuentran: *P. montezumae*, *P. pseudostrobus*, *P. teocote*, *P. ponderosa* y *P. pringlei* entre otros.

Otros usos no maderables que representan buenos ingresos económicos para muchas comunidades rurales, están constituidos por la cosecha de piñones, los cuales son ofrecidos en los mercados locales durante todo del año. Algunas de las especies más apreciadas por sus semillas comestibles son: *Pinus cembroides*, *P. pinceana*, *P. nelsonii* y *P. discolor*.

UTILIZACION COMO ESPECIES INTRODUCIDAS DE ALTO POTENCIAL

Los pinos mexicanos fueron introducidos a Africa del Sur a principios de este siglo, y un poco después en Australia y Nueva Zelanda. Durante los últimos 20 años han sido ensayados en plantaciones de pequeña a mediana escala en algunos países de América del Sur.

Desde 1981, la Cooperativa de Recursos de Coníferas de México y Centroamérica (CAMCORE) con sede en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, U.S.A., esta dedicada a preservar y ensayar ex situ, especies amenazadas de coníferas y latifoliadas de México y Centroamérica.

CAMCORE, ha establecido aproximadamente 389 ensayos genéticos en campo y bancos de conservación de genes a través de plantaciones establecidas en Brasil, Colombia, Chile, Costa Rica, Guatemala, México, Estados Unidos, Venezuela y Sudáfrica (Dvorak y Donahue 1993). Doce especies de pinos mexicanos han sido probados en estos ensayos, destacando entre ellas: *P. ayacahuite*, *P. greggi*, *P. maximinoi*, *P. oocarpa*, *P. patula* y *P. caribaea*. El propósito de los bancos de conservación será tanto mantener los complejos de genes existentes así como producir nuevas combinaciones genéticas para su uso en programas de mejoramiento genético.

Las primeras introducciones en Africa del Sur de algunas especies de pinos mexicanos, se encuentran reportadas durante los primeros 10 años del presente siglo (1902-1912). Dentro de éstas se encuentran, en orden de introducción: *P. ayacahuite*, *P. michoacana*, *P. arizonica*, *P. cooperi*, *P. engelmannii*, *P. hartwegii*, *P. lawsoni*, *P. patula*, *P. pringlei*, *P. rudis*, *P. douglasiana* y *P. lumholtzii* (Poynton 1977). De este país la mayoría de estas especies,

se han dispersado y reintroducido a otros países del continente africano.

Del total de especies introducidas, por su gran potencial de crecimiento y valor comercial el *P. patula*, desde 1950 se ha constituido como la principal especie para el establecimiento de plantaciones comerciales a gran escala, alcanzando en la actualidad aproximadamente de 40 000 a 50 000 ha de superficie plantada (Poynton 1977).

El crecimiento y desarrollo de esta especie ha sido demasiado exitoso en sitios húmedos con clima templado fresco, con distribución de lluvias en el verano, a altitudes entre los 900 y 1800 msnm, siendo plantado desde la Provincia del Cabo hasta la Región Norte de Transvaal.

El *P. patula* es un árbol de mediano a gran tamaño, alcanzando una altura de 30 m. ó mas y un diámetro de hasta un metro, produciendo un fuste recto y limpio de hasta 15 m. de longitud con una copa redonda. La madera es de color blanco o blanco amarillento con médula rosada, baja en densidad, brillante y suave. La adaptación de la especie ha sido tan buena que puede regenerarse muy bien de manera natural, formando rodales densos estratificados, conteniendo hasta 25 000 árboles/ha cuando los árboles son jóvenes (20-30 años) y hasta 1 500 árboles/ha cuando los árboles son maduros (40 años ó más).

Para la producción de madera una media de precipitación anual de 800 mm o más son requeridos, y las mejores tasas de crecimiento son usualmente obtenidas donde la precipitación alcanza los 1800 mm/año. La especie crece sobre una amplia variedad de suelos incluyendo aquellos derivados de granito, cuarzo, y roca madre. El crecimiento es mejor sobre suelos húmedos, bien drenados y con buen contenido de nutrientes.

Desde 1967 la especie ha sido sujeta a programas intensivos de cruzamiento y mejoramiento genético por parte de los Departamentos de Investigación de las Empresas Forestales MONDI FORESTS y SAPPI FORESTS, las cuales la tienen incluida como una de sus principales especies de valor comercial en aproximadamente 50 000 ha de superficie plantada. Cabe señalar que de los productos obtenidos como pulpa procesada, papel y madera aserrada derivados de esta especie, se estima que una cuarta parte del mercado europeo es abastecido con estos productos.

En la actualidad 503 familias provenientes de árboles superiores han sido probadas en huertos semilleros de primera generación, 308 familias en huertos semilleros de segunda generación, 37 familias en huertos semilleros de tercera generación, incluyendo además ensayos de procedencia-progenie constituidos de 19 procedencias y 342 familias, todos ellos probando materiales de raza local y materiales importados de México.

Con el propósito de observar el comportamiento entre el material mejorado de África del Sur y el material nativo de México, en un ensayo de reintroducción en su hábitat natural en México, Saenz *et al* (1994) llevaron a cabo la evaluación de la plantación de dos huertos semilleros de plántulas con material de África del Sur y una plantación de plántulas obtenidas aleatoriamente de algunos viveros locales o provenientes de poblaciones naturales en el Estado de Veracruz, México.

Las características evaluadas fueron altura, diámetro, tamaño de copa, ángulo de ramas, rectitud del fuste, crecimiento y daño a heladas. Las familias sudafricanas difirieron en general en todas las características en comparación con los controles locales no mejorados, a excepción del ángulo de las ramas. Ellas fueron mas altas, tuvieron mayor diámetro e iniciaron su crecimiento más temprano, sin embargo, fueron mas susceptibles al daño por heladas.

CONCLUSIONES

- En base a la información presentada en el presente trabajo, puede establecerse que los bosques de pino en México, son unos de los bosques genéticamente mas diversos en su género en el mundo.
- Los bosques de pinos mexicanos constituyen per se un laboratorio natural de genética forestal para dasónomos, botánicos, taxónomos y genetistas.
- La potencialidad de estos pinos como lo sugiere su evolución y variación es bastante prometedora.
- A nivel nacional una de las primeras medidas a tomar para la explotación de esta enorme diversidad genética será la selección apropiada de la especie de mayor importancia económica, así como las procedencias mejor adaptadas para localidades específicas de plantación.
- A nivel internacional, los pinos mexicanos seguirán contribuyendo como fuente de recursos genéticos para el enriquecimiento de la flora local de otros países del mundo.

LITERATURA CITADA

- Barnes, R.D. 1988. Tropical forest genetics at the Oxford Forestry Institute. *Commonw. For. Rev.* 67(3): 231-341.
- Caballero, D.M. y Bermejo, V.B., 1994. An overview of the diversity and richness of Mexico's pine species. *Ecodecision: 82-83*. Montreal, Canada.
- Dvorak, W.S. 1987. The genus *pinus* in Mexico and Central America: Distribution and gene conservation. *In: Proc. Simp. sobre Silv. y Mejor. Genético de especies forestales*. Vol. 2: 45-57. Buenos Aires, Argentina.
- Dvorak, W.S. y Donahue, J.K., 1993. Reseña de investigaciones de la Cooperativa CAMCORE 1980-1990. North Carolina State University.
- Eguiluz, P.T. 1988. Distribución natural de los pinos en México. Centro de Genética Forestal, A.C. Nota Técnica No. 1. 6 p. Chapingo México.
- Gibson, G.L. 1987. A review of provenance testing of commercially important tropical pines. *In: Proc. Simp. sobre Silv. y Mejor. y Genético de especies forestales*. Vol. 1: 29-66. Buenos Aires, Argentina.
- Perry, J.P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. 231 pp.
- Poynton, R.J. 1977. Tree Planting in Southern Africa. Report to the Southern African Regional Commission for the Conservation and Utilization of Soil S.A. Forestry Research Institute. Republic of South Africa. Vol. 1. 576 pp.
- Saenz, R.C., Niestaedt, H., y Vargas, H.J. 1994. Performance of *Pinus patula* Genotypes selected in South Africa and growing in their native Mexican environment. *Silvae Genética* 43, 2-3: 73-81.
- Shaw, G.R. 1914. The Genus *Pinus*. *Annals Arnold Arboretum*.
- Zobel, B.J. 1964. Variaton in specific gravity and tracheids length for several species of Mexican pine. *Silvae Genética*. 14 (1): 1-12 p.

Demanda y oferta de semillas forestales en América Central y República Dominicana¹

✓
W. Vásquez²

ANTECEDENTES

El objetivo de la consultoría fue investigar el mercado de semillas en los países miembros de PROSEFOR e identificar los principales problemas en términos de información de mercado, producción de semillas, restricciones de comercialización y administración de bancos de semillas con el objetivo de establecer una base para elaborar la propuesta de la fase II del Proyecto PROSEFOR.

En este reporte se destaca el hecho de que la demanda y oferta de semillas en Honduras y Nicaragua fue afectada por las consecuencias del Huracán Mitch que golpeó la Región en Octubre del 98. Por eso los datos de fuentes semilleras y planes de reforestación son menos seguros que los de otros países. El mismo comentario aplica para República Dominicana que fue afectada por del Huracán Geroge a principios del 98.

METODOLOGIA

Para cada país se realizaron estudios de mercado que debían contener información sobre: el Sector Forestal (estado del recurso forestal, variación ecológica, política forestal), Actividades de plantación presentes y futuras (por especie, área, zona ecológica); Organización y estructura de viveros (producción y distribución por especie y zona, técnicas de viverización); Prácticas actuales de abastecimiento de semillas (suplidores, cantidades de semilla recolectada y utilizada por especie, etc); Fuentes semilleras disponibles (por especie, tamaño, distribución, estado de protección, etc); Mejoramiento Genético (organizaciones responsables y programas por especie) y Estado de la conservación de los Recursos Genéticos.

La magnitud y la calidad de los estudios realizados por país varió significativamente. Según el consultor danés, uno de los problemas de estos estudios radica en que ninguno de ellos se ajustó a los términos de referencia ni cubrieron todas las áreas propuestas. Los estudios adolecieron de información confiable estratificada para el abastecimiento al nivel de especie. Lo mismo para la demanda. No se hizo un análisis crítico de los procedimientos de abastecimiento con relación a la demanda futura.

Finalmente, cada uno de los estudios fue analizado por el consultor Danés con los siguientes resultados.

RESULTADOS

Características del Mercado en los países miembros de PROSEFOR

Demanda. La demanda de semillas esta en función de la demanda de árboles para forestación, la cual a su vez está en función de la demanda de productos forestales, datos que no se disponían por país aunque hay datos disponibles en otras fuentes como la FAO.

Es útil dividir la demanda en demanda nacional e internacional y demanda por grupos de usuarios de la tierra (plantaciones comerciales o de gran escala y de subsistencia). Por ejemplo las ONG s involucradas con el desarrollo rural y el manejo de los recursos forestales, son actores importantes de este mercado.

Los gobiernos juegan un papel insignificante en la producción forestal y plantación de árboles, pero se involucran a través de los servicios de extensión. En los siete países de PROSEFOR hay un área total de bosque 21,507,000 ha con solo 243,000 de plantaciones (Cuadro 1).

¹Resumen del Informe Final : Regional Baseline Study of Tree Seed Demand and Supply in Central America. Consultoría realizada por DANIDA/PROSEFOR. 1998.

²Jefe Banco de Semillas Forestales del CATIE.

Cuadro 1: Area de bosque natural y plantaciones en América Central y República Dominicana (1000 ha.)

Tipo de bosque	CRI	RDO	ELS	GUA	HON	NIC	PAN	TOTAL
Bosque Natural	1428	1077	123	4225	4605	6013	3177	20588
Otras tierras boscosas	113	446	763	5212	1446	1705	143.	9828
Plantaciones	28	7	4	28	3	14	6	90
Tasa anual de plantación (1990)	2.6	0.3.	0,3	1.8	0,3	1,3	0,4	7

El área disponible para reforestación en los siete países es de 10 millones ha.

Cuadro 2. Reforestación entre 1990-1997 (ha) en América Central y República Dominicana.

Pais/año	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	Total
Costa Rica	13776	14784	15212	13867	14532	24906	693	6574	104344
Rep. Dominicana ³	2050	2905	2863	3256	2752	3753	3491	5314	26384
El Salvador	234	60	168	536	938	494	227	-	2657
Guatamala	-	1806	1466	1703	802	3158	738	1104	10777
Honduars ⁴	-	-	-	-	-	628	770	1332	2730
Nicaragua ⁵	-	-	-	2818	2242	2484	2372	-	9916
Panama	-	-	1198	2003	2133	4786	5347	4092	19559
Total	16060	19555	20907	24183	23399	40209	13638	18416	176367

Fuente: Extraído de Baseline Survey of Tree Seed Market. Country Studies. 1998.

Cuadro 3. Area de reforestación planeada para 1999-2003 (ha) en América Central y República Dominicana.

Pais/año	1999	2000	2001	2002	2003	Total
Costa Rica ⁶	16870	16870	16870	16870	16870	84350
Rep. Dominicana ⁷	17463	17463	17463	17463	17463	87315
El Salvador ⁸	5000	5000	5000	5000	5000	25000
Guatamala	5000	4800	4300	4200	4600	22900
Honduars ⁹	35000	35000	35000	35000	35000	175000
Nicaragua	7300	10700	16000	18000	20800	72800
Panama	10000	10000	10000	10000	10000	50000
Total	96633	99833	104633	106533	109733	517365

Fuente: Extraído de Baseline Survey of Tree Seed Market. Country Studies. 1998

¹ Plantaciones implementadas o supervisadas por la Dirección General Forestal y plantaciones establecidas bajo el programa de plantación con finqueros.

⁴ No incluye plantaciones financiadas por organizaciones internacionales.

⁵ Incluye solo plantaciones establecidas con financiamiento del FONDOSILVA

⁶ Debido a errores de cálculo en los estudios por país el área dada es incierta (las proyecciones por país varían entre 15.000 ha y 16.670 ha).

⁷ Incluye metas de plantación del PNQV así como proyecciones del programa de plantación con finqueros

⁸ Datos del Plan de la DGRNR

⁹ Esta estimación está basado en la esperanza de mayor reforestación debido a los esfuerzos de reforestación después del huracán Mitch

En el pasado, solo se ha cumplido con el 50% de lo planeado.

La reforestación a pequeña escala es difícil de cuantificar y posiblemente está subestimada su demanda. Provee una disminución de la demanda de semilla de *Pinus* usadas para fibra debido a la baja de precios del mercado de pulpa y papel y al establecimiento de razas locales de las importaciones de los años 60 - 70.

La falta de un sector forestal creciente y fuerte tiene implicaciones para los bancos de semillas y otras actividades como los viveros. Debido a la incertidumbre del futuro desarrollo del sector forestal en la mayoría de los países, la demanda de semillas es difícil de predecir de tal forma que las inversiones en mejoramiento y establecimiento de fuentes semilleras es riesgosa.

Cuadro 4. Existencia de las 30 especies más vendidas por los miembros de REMSEFOR en los países ¹⁰⁾ y su equivalente potencial de producción de plántas (datos colectados entre Julio y Setiembre 1998) en América Central y República Dominicana.

Especie	Existencia (kg)	Semillas/kg	Total de plantas (1000)
<i>Alnus acuminata</i>	4,46	n.d.	n.d.
<i>Azadirachta indica</i>	18,79	1500	28
<i>Acacia mangium</i>	122,99	24000	2952
<i>Bombacopsis quinatum</i>	125,95	15000	1889
<i>Cedrela odorata</i>	497,20	17500	8701
<i>Colubrina ferruginosa</i>	43,86	n.d.	n.d.
<i>Cordia alliodora</i>	150,83	37500	5656
<i>Cupressus lusitanica</i>	103,37	36000	3721
<i>Cassia siamea</i>	195,40	13500	2638
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	329,82	40000	13193
<i>Eucalyptus citriodora</i>	46,94	11400	535
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	659,48	n.d.	n.d.
<i>Eucalyptus deglupta</i> ¹¹	658,71	1200000	790451
<i>Eucalyptus tereticornis</i> ¹²	619,80	40000	24792
<i>Gliricidia sepium</i>	1421,01	3500	4974
<i>Gmelina arborea</i>	205,13	400	82
<i>Khaya senegalensis</i>	123,40	n.d.	n.d.
<i>Leucaena leucocephala</i>	497,49	1100	547
<i>Pinus caribaea</i>	1864,02	25200	46973
<i>Pinus maximinoi</i>	115,33	21000	2422
<i>Pinus oocarpa</i>	482,76	30000	14483
<i>Pinus pseudostrobus</i>	4,00	18500	74
<i>Pinus tecunumanii</i>	9,55	33000	315
<i>Pithecellobium saman</i>	530,15	n.d.	n.d.
<i>Simarouba glauca</i>	41,00	300	12
<i>Swietenia humilis</i>	538,85	600	323
<i>Swietenia macrophylla</i>	458,57	500	229
<i>Swietenia mahogani</i>	331,29	500	166
<i>Tabebuia rosea</i>	538,11	20000	10762
<i>Tectona grandis</i>	2631,43	300	789
TOTAL	-		936708

Fuente: REMSEFOR, 1998 (data collected 0798-0998).
Hans Roulund, 1996
Note: Seedling data for *S. mahogani* is applied for *S. macrophylla*.

¹⁰ Se incluyen siete de los 12 miembros de REMSEFOR (BANSEFOR (Guatemala), BSF/CATIE (Costa Rica), CEDEFOR (El Salvador), CMG/BSF (Nicaragua), ESNACIFOR (Honduras), FORESTA (Dominican Republic) and SETRO (Honduras)).

^{11 y 12} La cantidad probablemente no es correcta, pero no se pudo verificar.

En estos países, las plantaciones comerciales para producción de madera están limitadas a pocas especies como *Tectona grandis*, *Gmelina arborea* y *Pinus* sp. Las plantaciones energéticas están dominadas por el género *Eucalyptus* y los cambios por nuevas especies ocurren rápidamente como es el caso de *Cordia alliodora* y *Bombacopsis quinatum* en Costa Rica.

Incentivos gubernamentales y fondos de donantes. Uno de los problemas en reforestación ha sido la inestabilidad y cortoplacismo de los donantes y gobiernos nacionales. Faltan políticas que apoyen al sector forestal ya que este sector no es considerado importante. Ej: Ver datos de Costa Rica a partir de 1996 (Cuadro 4).

El estudio indica que debido a esta inestabilidad es difícil predecir la demanda de semillas a corto y mediano plazo; y es riesgoso aventurarse con programas de mejoramiento genético.

Exportación de semillas en Centro América. Con los datos de los estudios nacionales no es posible estimar la exportación.

Especies prioritarias. Cada país tiene sus propias especies prioritarias. En plantaciones comerciales para aserrío dominan: teca, melina y *Pinus* sp; para plantaciones energéticas los eucaliptos. Un problema es que la demanda de "nuevas" especies puede cambiar rápidamente como es el caso de *Cordia alliodora* y *Bombacopsis quinatum* en Costa Rica.

Abastecimiento. Existencia de Semillas

- + Recolecciones por bancos y recolectores comerciales
 - + Recolecciones informales para consumo local
 - + Importación de semillas
 - Exportación de semillas
- Abastecimiento Total

Para la mayoría de las especies exóticas de interés hay fuentes locales en los países. A falta de semillas esta se ha importado como por ejemplo en Panamá y República Dominicana.

Hay una Base de Datos de Fuentes Semilleras y más recientemente una base de datos de semillas disponibles en Internet con información actualizada.

No se tiene una estimación real de la capacidad productiva de estas fuentes semilleras, por falta de áreas y variación de producción anual.

Lo huracanes George y Mitch destruyeron algunas pocas fuentes y redujeron la producción en otras especies como teca y caoba.

Precios de semillas. Como costo del establecimiento de plantaciones el costo de la semilla es poco relevante.

Para plantaciones comerciales la demanda de semilla presenta una demanda inelástica. Dentro de un gran ámbito de precios no se esperan cambios, unido a los pocos suplidores nacionales, barreras de exportación e importación, falta de información de mercado, costos de transporte, restricciones legales y procedimientos burocráticos.

Para finqueros pequeños y viveros locales el incremento de precios si puede influir la demanda, además de otros aspectos como distancia, credibilidad, conocimientos y comunicación. Las donaciones de semillas que hacen muchos bancos estatales, causan un impacto negativo sobre la sostenibilidad de los bancos privados.

Cuadro 5. Fuentes semilleras registradas en los países miembros de PROSEFOR en América Central y República Dominicana.

Tipo de bosque	CRI	ELS	GUA	HON	NIC	PAN	RD O	TOTAL
Huertos Semilleros comprobados (HSC)	1	0	0	8	0	0	0	9
Hueros semilleros no comprobados (HSNC)	14	0	0	0	5	1	0	20
Rodales Semilleros (RS)	9	1	6	3	0	2	0	21
Fuentes Semilleras Seleccionadas (FS)	24	20	12	31	38	6	6	137
Fuentes Semilleras Identificadas. (FI)	6	4	6	69	12	16	14	127
Total	54	25	24	111	55	25	20	314

Fuente: Registro nacional de fuentes semilleras. Diciembre 1998

Bancos de Semillas

Existen diferentes tipos de bancos: gubernamentales, semiautónomos, privados. Algunos cuentan con un Fondo rotativo como es el caso de El Salvador. Los recursos de los mismos son variables, desde grandes instalaciones hasta más pequeñas, mucho y poco personal, como es el caso del CMG & BSF de Nicaragua y el CACH en Costa Rica.

Algunos recolectan con su propio personal, otros contratan en el campo la recolección. En general hay poca información del modo de trabajo de los bancos en los estudios nacionales. Algunos bancos ofrecen además de semillas asesoría en viveros y plantaciones.

Producción de Viveros

El potencial combinado reportado de producción regional es de 28.1 millones de plantas.

Conservación

Conservación no parece ser un aspecto importante para la mayoría de los países miembros de PROSEFOR, de acuerdo con los estudios nacionales. No hay datos del estado de la conservación de especies/procedencias, base genética y estado de conservación.

La protección a largo plazo de áreas ex situ para evitar fuego, corta ilegal, expansión de la frontera agrícola etc, puede no ser factible en algunos países, a menos que las áreas sean establecidas en lugares cercados. La protección

in-situ no es responsabilidad directa de los bancos, aunque hubo iniciativas como el CMG/GSF con *Pinus tecunumanii* en Yucul, en los 90.

CANCORE (Central America and Mexico Coniferous Resources Co-operative) ha establecido ensayos de evaluación y conservación de 19 géneros de coníferas y 11 especies de latifoliadas y algunos países son miembros honorarios.

La FAO ha iniciado y formulado una estrategia de acción para las especies de *Swietenia* y *Cedrelia*.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Subsector

1. Los bancos de semillas nacionales no tienen información de mercado sólida que les ayude a realizar estrategias y planes adecuados. Los estudios nacionales carecen de información del sector agrícola no comercial.

Demanda

2. Los planes acumulados de reforestación a cinco años sobrepasan las 500 mil hectáreas, lo que parece exagerado.
3. La demanda de semillas está influenciada por las políticas de incentivos forestales más que por el libre mercado. Sin embargo se espera un aumento en la demanda,

Cuadro 6. Producción de viveros (millones de plantas) en América Central y República Dominicana.

Categoría de Vivero	CRI	ELS	GUA	HON	NIC ¹³	PAN	RDO
Estatad, potencial	-	-	-	-	1,2	-	10,0
Estatad, actual	-	-	-	-	0,4	1,7	-
Privado y comunal, potencial	-	-	-	-	3,7	-	9,7
Privado y comunal, actual ¹⁴	-	-	0,1	-	2,5	4,7	-
Otros privados, potenciales	-	1,4	-	-	2,8	-	-
Ownership not indicated, actual	-	0,4	-	-	2,1	-	-
TOTAL POTENCIAL	-	1,4	-	-	6,9	-	19,7
TOTAL ACTUAL	-	0,4	0,1	-	4,3	5,4	-
Número de viveros	-	4	11	-	16	39	-

¹³ No incluye producción del vivero del CMG/BSF

¹⁴ Incluye solo viveros registrados en el "Proyectos de microempresas forestales" de INAB.

especialmente en los países con menor cubierta forestal.

4. Hay poco contacto entre los bancos de semillas y los pequeños finqueros, atendidos generalmente por ONG.
5. No se espera que la exportación de semillas de la región se incremente, ya que cada país está estableciendo sus propias fuentes.

Abastecimiento

6. Hay un gran número de fuentes semilleras, pero algunos déficit de semillas para algunas especies en varios países. Las colectas de semillas de fuentes no registradas juegan un rol importante pero sin datos para cuantificarlos.
7. La importación a la región es insignificante y no se espera que aumente.

Información, extensión y mercadeo

8. Es poco probable que la demanda de semillas aumente con promoción o mercadeo. La demanda de semillas está determinada por factores externos a PROSEFOR y a los bancos de semillas. Sin embargo, la composición de la demanda puede ser influenciada.
9. Hay un registro nacional de Fuentes Semilleras y una base de datos de semillas disponibles en INTERNET.

Mejoramiento genético

10. Es poco probable que los grandes empresarios reforestadores pidan semilla mejorada a los bancos de semillas; es más probable que ellos mismos la produzcan.

Sostenibilidad Financiera

11. Es poco probable que los bancos de semillas sean auto financiables solo con la venta de semillas. Especialmente para los bancos estatales que deben cumplir otras obligaciones.

RECOMENDACIONES

1. Desarrollar una metodología de recolección de datos para los diferentes sectores del mercado que ejecuten los mismos bancos.
2. Desarrollar un formato estándar para evaluar el mercado de semillas a nivel nacional y anualmente, y promover su uso sistemático.



Anexo

Listado de especies prioritarias por país y balance de semilla necesaria.

Costa Rica

Alta prioridad (nativas)

Vochysia guatemalensis
Hieronyma alchorneoides
Vochysia ferruginea
Dipteryx panamensis

Menor prioridad (nativas), entre otras

Caraba guianensis
Terminalia amazonia
Stryphnodendron excelsum
Tabebuia rosaea
Zydia longifolia

Especies exóticas, principalmente

Gmelina arborea
Tectona grandis

No hay suficiente semilla para abastecer teca y pochote. (Para Julio de 1999 la Oficina Nacional de Semillas (ONS) estima que hay una capacidad de 10000 kg de teca certificada).

República Dominicana.

Acacia mangium
Pinus occidentalis
Pinus caribaea
Colubrina arborescens
Simarouba glauca
Swietenia mahagoni
Swietenia macrophylla
Calophyllum calaba
Cedrela odorata

Largo plazo

Hay un exceso de producción sobre la demanda nacional para *Acacia mangium*, *Pinus caribaea*, *Pinus occidentalis* y *Swietenia mahagoni*. No existen fuentes semilleras registradas de *Cedrela odorata*, *Simarouba glauca* y *Swietenia macrophylla*



El Salvador

Cedrela mexicana
Cupressus lusitanica
Eucalyptus citriodora
Pinus oocarpa
Swietenia humilis

Cordia alliodora
Eucalyptus camadulensis
Pinus caribaea
Pinus pseudostrabus
Tectona grandis

Largo plazo

Existe déficit de semillas de *Cedrela mexicana*, *Cordia alliodora* y *Swietenia humilis*. Hay una sobreproducción de semillas de *Tectona grandis* y de *Eucalyptus citriodora*.

Guatemala

Abies guatemalensis (2)
Caesalpinia velutina(1)
Cedrela odorata(1)
Eucalyptus deglupta (1)
Eucalyptus maculata (1)
Fraxinus sp (1).
Grevillea robusta (1)
Pinus ayacahuite (1)
Pinus chiapensis (2)
Pinus oocarpa (1)
Pinus tecunumanii (1)
Swietenia humilis (1)
Tectona grandis (1)

Aspidosperum graveolens (1)
Casuarina cunninghamiana(1)
Cupressus lusitanica (3)
Eucalyptus grandis (1)
Eucalyptus torreliana (1)
Gmelina arborea (2)
Leucaena spp.(1)
Pinus caribaea (4)
Pinus maximinoi (5)
Pinus pseudostrabus (2)
Roseodendron donnel-smithi (2)
Tabebuia roseae (1)
Thuja orientalis (1)

Fuentes identificadas hay solo para seis especies prioritarias. Hay fuentes potenciales para cubrir la demanda de *Cupressus lusitanica*, *Gmelina arborea*, *Pinus caribaea* y *Pinus oocarpa*. La producción es inadecuada para *Tectona grandis*. No se conoce la productividad para *Alnus acuminata*.

Panamá

Acacia mangium
Eucalyptus camaldulensis
Khaya senegalensis
Tabebuia pentaphylla

Bombacopsis quinatum
Gmelina arborea
Pinus caribaea
Tectona grandis

Análisis del sector productor y consumidor de semilla forestal en el Uruguay

Zohra Bennadji¹

INTRODUCCION

Las primeras introducciones de especies forestales en Uruguay se registraron a fines del siglo XIX, como ornamentales y para usos múltiples en actividades ganaderas (leña, postes y bosques de protección para ganado).

Las especies introducidas incluyen varios géneros de zonas templadas con predominancia de los *Eucalyptus* y *Pinus*, representadas por ejemplares aislados en jardines y parques o por bosques de tamaño chico a mediano (hasta 10 ha).

A raíz de trabajos de introducción más sistemáticos de instituciones públicas de enseñanza e investigación, se comprobó en el período 1960-1970, la adaptabilidad de especies en diferentes zonas ecológicas del país, como *Eucalyptus grandis*, *E. globulus*, *E. maidenii*, *Pinus elliottii* y *taeda* (Krall 1970 y 1992).

La primera Ley de Forestación N° 13.723 del 16 de diciembre de 1968, permitió el asentamiento de superficies boscosas importantes (del orden de 15.000 ha) pero la situación volvió a estancarse hasta fines de 80 (Ligrone 1992).

En diciembre de 1987, se aprobó la Ley 15.939, sobre la base de la Ley anterior incorporándole aspectos más operativos. La adopción de la reforestación como política de Estado en el marco de esta Ley y la atribución de incentivos financieros substanciales generaron un verdadero auge forestal con la consecuente demanda tecnológica en todos los niveles de la cadena de la madera. La tasa de plantación anual aumentó de 1.000 a 50.000 ha en menos de 10 años para apreciar la magnitud del fenómeno. En la actualidad, la superficie forestada es del orden de 400.000 ha, el doble de la meta de 200.000 fijada en el Plan Nacional de Forestación, al inicio de la Ley.

La semilla a pesar de su poca incidencia económica en los

proyectos forestales y en la cadena de la madera es un tema que atrae cada vez más la atención de los diferentes actores del sector.

Actualmente, el abastecimiento en semilla de calidad adaptada a las condiciones locales, además de su disponibilidad en cantidades suficientes, es cada vez más percibido como estratégico e integrado en la planificación de los proyectos emprendidos en todo el país. Ello se traduce básicamente en:

- El aumento de la demanda de información tecnológica sobre los mejores orígenes y procedencias a usar en las plantaciones comerciales, demanda manifestada a través de canales gremiales de expresión de los productores;
- La preocupación para la obtención de material genético mejorado localmente para liberarse paulatinamente de las importaciones;
- El desarrollo por parte de algunas empresas de sus propios programas de mejoramiento genético en búsqueda de performance tecnológica.

Se presentarán los principales protagonistas de la cadena de la semilla forestal (usuarios, proveedores, mejoradores y organismos de control), tendiendo en la medida de lo posible a la cuantificación de los aspectos de mayor peso. Se hará un análisis de sus principales componentes, con especial atención al papel del Programa Nacional Forestal del INIA.

Se tratará el tema de la certificación y se esbozarán pautas para la implementación de un plan nacional de producción y uso de semilla con grados crecientes de mejora.

INFORMACION GENERAL SOBRE LA FORESTACION EN EL URUGUAY

Situación geográfica y características ecológicas generales

La República Oriental del Uruguay está ubicada en América del Sur, con Argentina como país limítrofe al oeste y Brasil al noreste. Su superficie de 176.215 km² es pequeña

¹ Instituto Nacional de Investigación Agropecuaria. Programa Nacional Forestal, Tacuarembó, Uruguay.

comparada con sus vecinos pero presenta una alta calidad de recursos naturales. De sus 18.000.000 de ha, 86,6% son utilizables en agricultura, ganadería y forestación (MGAP 1995). El país está en la misma latitud que los principales países productores de madera de especies de rápido crecimiento, en la misma zona climática que Australia, Nueva Zelanda, Sud Africa del Sur y Chile. Su costa a lo largo del Río de la Plata y del Océano Pacífico es de unos 500 km.

El clima es templado con influencias marítima en el Sur, precipitaciones de 1110 mm de promedio anual y temperaturas mínimas y máximas de 6 y 32°C, respectivamente. La vegetación clímax es la pradera con la presencia de montes asociados por lo general a los cursos de agua y a las serranías.

Zonas de prioridad forestal

Los objetivos principales de la Política Forestal recogidos en la Ley 15.939 y sus Decretos de aplicación apuntan a la conservación de los bosques naturales y a la ampliación del área forestada con fines industriales y de protección.

Sobre la base de índices de fertilidad y de factores ecológicos, se establecieron grupos de suelos clasificados como de prioridad forestal. Se ha buscado por otro lado la concentración de los mismos en zonas para el fomento de polos industriales. Se procuró de esta manera un ordenamiento territorial, compatibilizando la mejor aptitud forestal con la menor interferencia con actividades agrícolas y pecuarias.

Las zonas de prioridad forestal cubren 3.500.000 ha de las cuales se han forestado un poco más del 10% y se agrupan en las denominadas Zonas 2, 7, 8 y 9.

Especies y áreas plantadas

Las áreas de producción en el Uruguay se distribuyen según el MGAP (1997):

- bosques plantados: 1,6%
- bosques nativos: 3,3%
- Agricultura: 3,7%
- Otros: 13,4%
- Ganadería: 7,8%

La superficie boscosa es cercana a las 1.039.551 ha y se divide en dos grupos: bosques naturales y bosques plantados, subdivididos estos últimos en bosques de protección y servicios y bosques con finalidades industriales.

Para una mayor seguridad, se identificaron las mejores especies a plantar, teniendo en cuenta los antecedentes en el país en materia de adaptación, velocidad de crecimiento, sanidad y demanda del mercado.

Tomando en cuenta los avances en introducción y selección de especies forestales, se declararon de prioridad especies forestales de los géneros *Eucalyptus* y *Pinus* (*E. grandis*, *E. globulus*, *E. maidenii*, *E. bicostata*, *P.elliottii* y *taeda*) (Ley Forestal 15.939 y sus Decretos de Aplicación).

Perfil de las empresas forestales

Las empresas que han realizado iniciativas forestales en la última década han sido de origen nacional y extranjero, con perfiles variados (MGAP 1997):

- Empresas agropecuarias diversificando su producción a través de modelos silvopastoriles;
- Empresas cuyo rubro principal es la forestación y con una neta integración vertical de sus actividades forestales;
- Pequeños a medianos inversionistas ajenos al sector agropecuario que han adoptado la forestación como nuevo destino a sus inversiones.

La magnitud de dichos esfuerzos es variable; el 70% de los proyectos de forestación son inferiores a las 200 ha por unidad y ocupan 20% de la superficie forestada. Las empresas netamente forestales poseen entre 10.000 a 100.000 ha.

Producción

Los índices de sitio obtenidos actualmente a nivel del país permiten un primer intento de zonificación por especie y por rendimiento. A título indicativo, los valores manejados actualmente 20 a 40 m³ por las especies del género *Eucalyptus*, según la zona de prioridad forestal, con turnos de 8 a 12 años mientras que las especies de *Pinus* oscilan entre 20 a 30 m³ con turnos de corta de 15 a 20 años (Sorrentino 1991).

A 1998, la mayor extracción de productos del bosque sigue siendo la madera con fines energéticos; sobre un total de extracción del orden de 3.000.000 m³, la extracción con destino a leña representa el 59%; el restante se distribuye entre aserraderos (18%), industria de pulpa y papel (7%), columnas, postes y estacas (2%) y exportación de madera pulpablen (14%) (MGAP 1997).

ESTRUCTURA DE LA CADENA DE LA SEMILLA FORESTAL.

Características generales

En varios rubros (pasturas, arroz, trigo etc.), el sector semillerista uruguayo tiene una larga tradición y el respaldo de una industria potente en pie desde hace varias décadas.

En el área forestal, ¿hasta qué punto se puede hablar de un sector semillerista forestal constituido e integrado a la imagen de lo que ocurre con otras especies, en los rubros mencionados?

Se puede hablar de un sub-sector consumidor con rasgos bien definidos mientras el sub-sector productor es más desdibujado y fluctuante según la coyuntura. En el caso del sub-sector consumidor, el número de usuarios puede deducirse de las estadísticas de los organismos de control y del seguimiento del Plan Nacional de Forestación, por parte del organismo encargado por Ley de la aplicación de dicho Plan, o sea la División Forestal del MGAP. Esta División en particular lleva al día los registros de proyectos, el censo anual de viveros, la cantidad de plantas producidas anualmente por género y la semilla despachada por su Centro de Germoplasma.

Por su parte, el INASE (Instituto Nacional de Semillas) está también teóricamente en posición de asegurar el seguimiento de las transacciones de compraventa de material de reproducción forestal en el país.

En el caso del sub-sector productor, los elementos de apreciación son pocos y los intentos de cuantificación son

más precarios. Los organismos productores o posibles comerciantes de semillas son a grandes rasgos: el Centro de Germoplasma de la División Forestal (MGAP), la Facultad de Agronomía de la Universidad de la República, empresas del rubro y el INIA. No se dispone con certeza de los volúmenes producidos por el conjunto de estos organismos. Los únicos hechos bien documentados en este escenario corresponden a los movimientos de compras y ventas que realiza el Centro de Germoplasma y las cosechas anuales del Programa Nacional Forestal del INIA.

Protagonistas del sector semillerista forestal

Los protagonistas de la cadena de la semilla forestal se representan así:

- Investigación y mejora genética: INIA, Facultad de Agronomía, empresas privadas.
- Evaluación de variedades y liberación: INASE y, transitoriamente, Programas de Mejoramientos varios.
- Control de semilla, descripción de variedades y certificación: INASE
- Producción de semilla y procesamiento: difuso.
- Importación y venta: Servicios de Protección Fitosanitaria y Centro de Germoplasma del MGAP, empresas privadas.
- Marketing: difuso.
- Extensión y capacitación: difuso
- Laboratorios de análisis: INASE y Laboratorios privados.

Aparecen en el mercado empresas nacionales representantes o filiales de empresas internacionales de gran nivel.

En el Cuadro 1, se presenta un intento de cuantificación de los principales agentes de la cadena de la semilla forestal.

Cuadro 1 Los principales protagonistas del sector semillerista forestal en el Uruguay en números

Agentes	Cuantificación
USUARIOS <ul style="list-style-type: none"> • Viveristas • Empresas forestadoras y productores pequeños y medianos • Otros (usuarios comunes, institutos de investigación, Centros de Enseñanza etc.) 	<ul style="list-style-type: none"> • 78 (Baptista 1998) • 1500 proyectos registrados a 1998 <p>No se dispone de datos.</p>
PROVEEDORES <ul style="list-style-type: none"> • Empresas semilleristas • Representantes de empresas semilleristas internacionales • Organismos estatales o paraestatales 	<ul style="list-style-type: none"> • 2 (tentativo, faltan datos oficiales al día) • 2 (tentativo, faltan datos oficiales al día) - 3
MEJORADORES <ul style="list-style-type: none"> - Empresas - Organismos estatales o paraestatales 	<ul style="list-style-type: none"> 2. 3 (faltan datos oficiales) 3. 2
ORGANISMOS DE CONTROL <ul style="list-style-type: none"> • Organismos estatales o paraestatales 	<ul style="list-style-type: none"> • 2

Evolución en las tendencias de la demanda en semilla forestal

Las principales modalidades de aprovisionamiento en semilla fueron históricamente las siguientes:

- compra directa en el exterior
- compra a la Facultad de Agronomía, específicamente a la Estación Experimental de Bañado de Medina (Departamento de Cerro Largo) donde se instaló en la década de los 70, el primer huerto semillero de *Eucalyptus grandis*.
- autoabastecimiento con colecta en montes propios o a través del inicio de programas de envergaduras variables.
- Centro de Germoplasma de Dirección Forestal (Bennadji 1997).

Actualmente, las fuentes de semillas son más diversificadas. Las compras se hacen desde Australia, Africa del Sur, Chile, Argentina, Brasil, Portugal, España y China. Siguen también las colectas en plantaciones comerciales locales.

Las empresas semilleras son de poco peso, debido probablemente a la novedad del tema y por ser Uruguay un país con poca tradición forestal. Los volúmenes manejados en el país pueden ser también una limitante en la ecuación económica de armado de una empresa.

El mayor protagonismo lo tiene sin embargo el Centro de Germoplasma de la División Forestal en importación, colectas en el ámbito nacional y ventas. Los volúmenes de venta en este Centro fueron del orden de 500 kg. para el género *Eucalyptus* y de 370 kg. para *Pinus* (Lafitte 1999).

Papel del Programa Nacional Forestal del INIA

El INIA tiene una larga tradición en selección, evaluación y liberación de variedades en diferentes rubros (pasturas, cultivos etc.). Adoptó también una política de protección de sus variedades; es miembro de URUPOV, organización que nuclea a empresas del sector semillero uruguayo y la representa ante la UPOV (Unión Internacional para la Protección de Obtenciones Vegetales). Sin embargo, no existen antecedentes de registro de variedades y de certificación de semilla en el área forestal

A principios de los 90, el INIA inicio un programa de mejoramiento genético de especies forestales con el apoyo de los principales actores del sector forestal y el respaldo

de un convenio de Cooperación Técnica con la Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA). Principales características de este Programa, sus acciones y logros en este escenario (Cuadro 2).

El objetivo general de la investigación en mejoramiento genético forestal del Programa consiste en el manejo sostenible de la variedad genética de especies de interés para identificar, generar y multiplicar genotipos adaptados

Cuadro 2. Programa Nacional Forestal - Uruguay

• Organismo: INIA, entidad paraestatal de derecho privado
• Fecha de creación: marzo de 1992
• Ubicación : Estación Experimental del Norte.Tacuarembó- Uruguay
• Recursos Humanos: 5 investigadores y 4 operarios de tiempo pleno.
• Proyectos: Mejoramiento genético de <i>Eucalyptus</i> y <i>Pinus</i> Manejo silvicultural de <i>Eucalyptus</i> Impacto ambiental de la Forestación.

para plantaciones performantes de alto rendimiento, para usos industriales o usos específicos no necesariamente industriales.

Principales acciones del Programa en la temática de producción y uso de semilla mejorada (Cuadro 3).

Cuadro 3. Acciones del Programa Nacional Forestal en Producción de Semilla en Uruguay.

• Mejoramiento genético de especies clasificadas como de prioridad forestal (<i>E.grandis</i> , <i>F.globulus</i> , <i>E.maidenii</i> , <i>E.saligna</i> , <i>E.viminalis</i> , <i>P.elliottii</i> , <i>P.taeda</i>)
• Introducción y evaluación de recursos genéticos externos
• Selección y evaluación de recursos genéticos locales
• Clonación
• Selección temprana
• Establecimiento y seguimiento de huertos semilleros y bancos clonales
• Liberación varietal
• Prospección de otras especies
Introducción y evaluación de recursos genéticos externos.

AVANCES DE LA TEMATICA DE CERTIFICACION EN EL URUGUAY

Marco general

La certificación de semilla es atribución del Estado. Hasta 1997, la ley de Semilla 15.173 y sus decretos de aplicación regulaba todas las etapas de registro y liberación de variedades vegetales. Sin embargo, los aspectos propios a los árboles forestales no estaban contemplados específicamente o eran asimilados a los árboles perennes frutales.

Cuadro 4. Producción y uso de semilla forestal Mejorada Logros del programa Nacional Forestal en Uruguay.

Genero *EUCALYPTUS*

- 430 árboles plus selectos en plantaciones comerciales en todo el país (*E.grandis*, *globulus*, *maidenii*)
- 37 ensayos de introducción de orígenes y procedencia de 29 especies
- 11 ensayos de progenies de los árboles plus
- banco activo de semilla de árboles plus
- accesiones en el banco de germoplasma general institucional
- Base de datos de los materiales genéticos en uso en el Programa
- Base de datos de las características de los ensayos y datos de medición
- Huerto semillero de primera generación de *E.grandis* con certificación en trámite.
- Huerto semillero de segunda generación de *E.grandis*.
- Huerto semillero de *E. globulus*
- Huertos semillero de *E.maidenii*
- Protocolos de micropropagación de *E.grandis*
- Protocolos de macropropagación de *E.grandis* y *globulus*
- Banco clonal de *E.grandis in vitro e in situ* (32 clones).

Genero *PINUS*

- 6 ensayos de introducción de orígenes y procedencia de *P.elliottii* y *taeda*
- Huerto semillero clonal de *P. elliotti*.

* Fuente: Bennadji (1998)

La reciente creación del INASE (Instituto Nacional de Semillas) por Ley del 21 de febrero de 1997, consolidó todos estos aspectos legales a través de los siguientes objetivos de dicha institución:

- Fomentar la producción y el uso de semilla mejorada con identidad y calidad superior comprobada;
- Estimular la industria semillera del país;
- Apoyar la obtención de nuevos materiales filogenéticos nacionales;
- Proteger las creaciones y los descubrimientos filogenéticos, otorgando los títulos de propiedad correspondientes y fiscalizando el cumplimiento de la normativa legal en la materia;
- Mantener el Registro Nacional de cultivares, criaderos, productores y comerciantes de semilla;
- Realizar la certificación nacional de semilla.

Sin embargo la nueva Ley de semilla 16.811 y el borrador de sus decretos de aplicación actualmente en estudio, no contempla específicamente la problemática de los árboles forestales sino que hace referencia a consideraciones generales relativas al rubro de plantas perennes.

Instrumentación efectiva de la certificación de material forestal mejorado

La entrada en producción de los huertos semilleros de primera generación de especies forestal instalados en la década de los años 90, impuso el trabajo en conjunto de diferentes actores del sector y obligo a un esfuerzo de reflexión para la definición e instrumentación de acciones

para la regulación de la temática de la semilla forestal en el país.

El marco legal vigente en el Uruguay facilita el trabajo de adecuación de los temarios al área forestal.

La homologación en el ámbito nacional de las categorías de semilla y material vegetativo debe basarse en las normas en uso en el ámbito internacional y nacional. Las normas OCDE ofrecen de toda evidencia un marco adecuado en la medida que Uruguay es adherente a sus esquemas de registros y certificación para otros géneros.

Sin embargo, la adopción de normas debe pasar por una adecuada adaptación a las condiciones uruguayas. Ello implica un trabajo de gran aliento de análisis, formulación y ejecución. Acciones de capacitación y difusión para una mejor sensibilización al tema de los principales usuarios son estratégicas en esta óptica. Instancias de concertación regional (Cono Sur) deberían programarse a corto plazo para aunar criterios en este tema.

HACIA UN SISTEMA NACIONAL DE PRODUCCION Y USO DE SEMILLA MEJORADA EN EL URUGUAY

Consideraciones generales

Durante la implementación del Plan Nacional de la Forestación, la semilla forestal y la producción de plantas no surgió como un cuello de botella explícito en las actividades de las empresas forestales. La cadena de la semilla no enfrenta aparentemente problema de magnitud

tal a parar total o parcialmente el conjunto. Sin embargo, no se puede hablar todavía de un sector semillero estructurado y con un sustancial desarrollo tecnológico.

Preocupaciones en varios ámbitos hacen necesarios los estudios detallados y la reglamentación del sector semillero en sus dimensiones de producción y de consumo. Estos cambios de mentalidad deben afianzarse y el tamaño del país hace imprescindible una concertación nacional de los principales protagonistas para la formulación de un plan nacional de producción y uso de semilla mejorada.

Tareas a desarrollar

- fomento y orientación de la investigación en mejora genética
- regulación de los registros de liberación varietal
- instrumentación efectiva de la certificación del material genético forestal
- reglamentación del uso de material forestal modificado por manipulación genética
- reglamentación de los tests de laboratorios
- reflexión sobre la temática de los recursos fitogenéticos forestales
- asesoramiento del INASE para el tratamiento y la resolución de aspectos propios al material genético forestal
- elaboración de pautas para la coordinación interinstitucional en el ámbito nacional
- asesoramiento de organismos competentes sobre formación en tecnología de semilla
- planificación de acciones de difusión
- Implementación de redes regionales (Cono Sur) de reflexión sobre estos aspectos.

El INASE tendrá un papel fundamental en la coordinación de esfuerzos para la implementación de un verdadero plan nacional de uso de semilla mejorada.

CONCLUSION GENERAL

- ❖ Después de 10 años de la implementación de la Ley Forestal y del Plan Nacional de Forestación, el sector forestal uruguayo protagoniza profundos cambios, traducidos en una evolución en todas sus dimensiones. La incorporación de tecnología es sin lugar a duda un buen indicador del grado de desarrollo del sector.
- ❖ En materia de semilla, todo parece indicar que el sector está maduro para otro salto cualitativo de adopción de tecnología. La adecuada evolución del marco legal del país hace factible la reglamentación, sin trauma mayor, del conjunto de las acciones de producción y de consumo de semilla forestal y abre la posibilidad de la generalización del uso de material mejorado de calidad.

Sin embargo, solo un trabajo de conjunto de todas las partes involucradas en el tema puede asegurar la puesta en marcha y la aplicación exitosa de un plan nacional de uso de semilla con grados crecientes de mejora.

BIBLIOGRAFIA

- Anónimo, 1999. Parte resolutive de Anteproyecto de Decreto Reglamentario de la nueva Ley de Semilla 16.811. Montevideo. 14 p.
- Baptista, P. 1998. Octavo censo de viveros forestales. División Forestal. Dirección de Recursos Naturales Renovables. MGAP. Montevideo. 4 p 3 anexos.
- Bennadji, Z. 1997. Problemática de producción y uso de semilla mejorada de especies de *Eucalyptus* en Uruguay. Tacuarembó. Proyecto Forestal INIA-JICA (Forest Tree Improvement Cooperation Project in Uruguay). Boletín N 24. 8 p.
- Bennadji, Z. 1998. Logros y perspectivas del Proyecto INIA-JICA de Mejoramiento genético de especies forestales del género *Eucalyptus*. Tacuarembó. Serie de Actividades de Difusión N° 157. p. 20-26.
- Krall, J. 1970. Fundamentos para nuevas introducciones de *Eucalyptus* en el Uruguay. Montevideo (Ur), Facultad de Agronomía. Boletín N° 113. 22 p.
- Krall, J. 1992. Especies y sitios. In: "Plantemos arboles" Guía práctica para el forestador. Rotary Club. Montevideo. Hemisferio Sur. p. 25-36.
- Lafitte, A. 1999. Producción y abastecimiento de semillas y estacas de especies forestales en el Uruguay. Revista Semilla (INASE). Año 1(3): 12-14.
- Ligrone, L. 1992. Situación actual y política de fomento del sector forestal nacional. In: "Plantemos arboles" Guía práctica para el forestador. Rotary Club. Montevideo. Hemisferio Sur. p. 11-24.
- Ley N° 15.939 y Decretos Reglamentarios. 1988. Diario Oficial 9/2/99. 19 p y 4 anexos.
- MGAP. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División Forestal. 1995. Uruguayan Forestry: Environmentally friendly and profitable, Investment opportunities. PRENADER Project IBRD-UR 3697. Siglo XXI Producciones. Montevideo. 40 p.
- MGAP. Dirección General de Recursos Naturales Renovables. División Forestal. 1997. Uruguay Forestal: Antecedentes. Legislación y Política, Desarrollo y Perspectivas. Montevideo. 38 p.
- Sorrentino, A. 1991. Indices de sitio preliminares para las principales especies forestales, cultivadas en el Uruguay. Montevideo. Universidad de la República. Facultad de Agronomía. Boletín de Investigación N°33. 52 p.
- URUPOV: Semilla Legal URUPOV. Garantía de legalidad. Folleto de presentación. Montevideo-Uruguay. 1997.

Plan Estratégico de Desarrollo del Banco de Semillas Forestales del Servicio Forestal de la DGRNR, El Salvador

J. Salinas¹

ANTECEDENTES

Con un área de 20000 km² y solo un 2% de su territorio cubierto de bosques, El Salvador es uno de los países más deforestado de la región centroamericana.

Como una medida para fomentar la actividad de reforestación que pretende impulsar el Gobierno del Presidente Flores, tal y como se presenta en el documento "Alianza para el Futuro", la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR), presenta el siguiente Plan Estratégico de Fortalecimiento del Banco de Semillas, el cual pretende asegurar el abastecimiento de semillas de calidad física y genética para la reforestación del país.

Apegados a las leyes actuales (Ley Forestal, Ley del Ambiente, Ley de Semillas y sus reglamentos), la DGRNR pretende fomentar el desarrollo forestal del país a través del fomento y la participación del sector privado en el abastecimiento de semillas forestales mejoradas.

Previendo el aumento en la demanda de semillas con los incentivos de la nueva ley forestal y ley de semillas actualmente en la Asamblea Legislativa, se estima que la reforestación podrá alcanzar mas de las 5000 ha/año, especialmente con especies como *Tectona grandis* (teca), *Sweitenia macrophylla* (caoba), *Eucalyptus* sp, *Cedrela odorata* (cedro), *Pinus* spp, *Cupressus lusitanica* (ciprés), *Acacia mangium* y *Gliricidia sepium* (madrecacao).

Por esta razón la DGRNR, planea fortalecer el Banco de Semillas Forestales, el cual tendrá como responsabilidad abastecer, fomentar y apoyar el control del uso de semilla de calidad, así como contribuir al mejoramiento genético y la conservación de las especies prioritarias del país.

El Plan Estratégico, es uno de los productos de los CIEN DIAS de la nueva administración y tiene como objetivo de desarrollo a largo plazo "lograr el aumento de la producción forestal y el bienestar social del sector, a través del uso de semilla mejorada en las plantaciones forestales".

¹ Dirección General de Recursos Naturales Renovables. Banco de Semillas Forestales. El Salvador.

Matriz de Planificación Estratégica del Banco de Semillas del Servicio Forestal de la DGRNR, El Salvador

Nivel de enfoque de marco lógico	Descripción	Indicadores Objetivamente verificables	Medios de verificación	Supuestos importantes
Objetivo de desarrollo a largo plazo	Aumento de la producción forestal y el bienestar social, a través del uso de semilla mejorada en las plantaciones forestales.	Plantaciones y sistemas agroforestales altamente productivos establecidas con semilla mejorada. Generación de empleos en la actividad forestal y mayores ingresos para los reforestadores.	<ul style="list-style-type: none"> - Registro Nacional de Plantaciones y sistemas agroforestales del Servicio Forestal. - Estudios de rendimiento (encuesta). - Registros de semilla mejorada distribuida por los proveedores. 	Hay políticas claras que promueven e incentivan el establecimiento de plantaciones ejecutadas por instituciones competentes
Objetivo inmediato	Asegurar el abastecimiento de semilla de calidad de especies prioritarias a través del fomento y control de los procesos de producción y comercialización, contribuyendo a la conservación del Recurso Forestal y el Mejoramiento Genético.	Disponibilidad de suficiente cantidad de semillas de las especies forestales prioritarias. El proceso de Certificación de Semillas está implementado. Poblaciones de especies de interés identificadas, conservadas y utilizadas para mejoramiento genético.	Registros de existencias de semillas en el banco <ul style="list-style-type: none"> - Fuentes Semilleras inscritas en el Registro nacional de FS. DGSVA. - Listados de poblaciones. FS y áreas de conservación. 	El Estado apoya y reconoce la importancia de las labores que ejecuta el Banco de Semillas, para el Abastecimiento, Conservación y Mejoramiento Genético para el Desarrollo Forestal, que la sociedad demanda.
Logros del Programa	I. El Banco de Semillas cuenta con una organización funcional, ágil y participativa II. El Banco de Semillas cuenta con recursos físicos y humanos adecuados para alcanzar las metas propuestas. III. El Banco de Semillas cuenta con un Estudio de Mercado y una Estrategia de Mercado definida y actualizada anualmente	Organigrama y funciones bien definidas, con personal identificado y espíritu de equipo. Unidades ejecutan las funciones asignadas. Existe infraestructura, equipos, materiales, presupuesto operativo y personal capacitado para operar debidamente.	Sistema Organizativo con descripción de las actividades y funciones operando y descripciones de trabajo del personal Inventarios de infraestructura y equipos Presupuesto asignados oportunamente Listados de personal capacitado (Cvtaes) Estudio de Mercado y estrategia de mercadeo	El presupuesto aprobado es suficiente para obtener los recursos necesarios. Existen fondos para la realización del estudio de mercado y estrategia

Logros del Programa	<p>IV. Demanda nacional de semillas forestales mejorada abastecida y controlada.</p> <p>V. El Banco de Semillas fomenta actividades de conservación y mejoramiento genético forestal.</p> <p>VI. El Banco de Semillas brinda asistencia técnica y capacitación a productores, consumidores y otros usuarios de semilla forestal.</p>	<p>La demanda nacional de semillas de especies prioritarias abastecida por el banco, fomentando la participación del sector privado y regulando su uso en coordinación con la DGSVA</p> <p>Especies prioritarias identificadas y estrategias de mejoramiento y/o conservación definidas</p> <p>Servicios técnicos y otros productos son ofrecidos a los usuarios mediante trabajadores del Banco, áreas de producción de plantas y utilización de madera</p>	<p>Demanda y oferta de semilla de especies prioritarias equilibrada. Registro de venta de semillas de fuentes sembreras de productores autorizados</p> <p>Leyes y reglamentos aprobados</p> <p>Documentos, decretos, listados de especies prioritarias para mejoramiento y conservación</p>	<p>El Estado es consciente de la necesidad de definir especies prioritarias y proteger el recurso forestal.</p> <p>El número de reforestadores a nivel nacional ha aumentado y con ello la demanda de productos y servicios.</p> <p>La Dirección General de Recursos Naturales Renovables está en la disponibilidad e interesada en hacer un uso eficiente de la capacidad instalada del Banco.</p>
Logros del Programa	<p>VI.1 Reestructuración Organizativa del Banco de Semillas</p> <p>I.1.2 Elaboración de Planes anuales de Trabajo participativos</p> <p>I.3 Mejoramiento de la comunicación con la DGRNR, el Servicio Forestal (SF) y dentro del Banco de Semillas</p> <p>I.4 Diseñar e implementar una estrategia de motivación de personal</p>	<p>Tiempo. Reuniones de coordinación, participación del Servicio Forestal y la DGRNR</p> <p>Tiempo, metas de reforestación o datos de demanda de semilla</p> <p>Tiempo, reuniones periódicas, transporte, viáticos</p> <p>Tiempo, apoyo depto Personal de la DGRNR, recursos financieros, becas...</p>	<p>- Venta de: plantas.</p> <p>- documentos técnicos.</p> <p>- semillas de otras especies</p> <p>- servicios de capacitación y asistencia técnica.</p> <p>- servicio de secado y preservado?</p> <p>- productos elaborados de madera?</p> <p>- Documentos elaborados producto de trabajos de investigación con tesisas.</p> <p>- Documento con organigrama y definición de deberes y responsabilidades.</p> <p>- Asignación de personal adecuado por sección.</p> <p>Planes Anuales de trabajo y recolección-compra</p> <p>Informes de avances por sección</p> <p>Ayudas memorias</p> <p>Informes periódicos al SF y/o a la DGRNR</p> <p>Delegación responsabilidades</p> <p>Premios, reconocimientos, capacitaciones, etc</p>	<p>La DGRNR apoya el organigrama y da poder de decisión a la jefatura del Banco de Semillas</p> <p>Los planes anuales son aprobados por DGRNR</p> <p>La DGRNR da participación al BSF en reuniones relacionadas</p> <p>La DGRNR aprueba el sistema de motivación.</p>
Principales Actividades. Logro I				

Principales Actividades. Logro II	II.1 Reubicación y/o mejoramiento de las instalaciones del BSF.	Visitas, cotizaciones, transporte, viáticos, reuniones, \$, tiempo, anuencia del CENTA y DGRNR, convenios	Instalaciones adecuadas para el funcionamiento del BSF	Se consigue espacio adecuado, hay aceptación y dinero para hacer el traslado y adquisición de nuevos equipos
	II.2 Evaluación, reubicación y contratación de personal necesario.	Evaluaciones de personal, tiempo, recursos financieros. (liquidaciones ¿?)	Acciones de personal, traslados y asignaciones	Es factible legalmente y hay personal adecuado
	II.3 Fondo Rotativo asegurado y operando para compra de semillas de FS de especies prioritarias autorizadas.	Procedimientos administrativos definidos y firmados con el donante que aseguren la reutilización de los fondos	Documento con procedimiento administrativo aprobado y en uso	Hay voluntad y se logra encontrar un sistema administrativo de manejo de los fondos.
	II.4 Lograr la asignación de un vehículo y presupuesto operativo a tiempo	Tiempo, planes operativos y presupuestos, voluntad, transporte y viáticos	Planes y presupuestos Operativos anuales aprobados a tiempo Vehículo adecuado asignado	Hay voluntad y fondos de la DGRNR para el BSF.
Actividades principales. Logro III	III.1 Solicitud de fondos a PROSEFOR para contratar consultor	Tiempo	Carta de solicitud	
	III.2 Redacción TOR y contratación consultor	Tiempo, documentos de mercadeo apoyo SEDE	TOR	
	III.3 Ejecución y presentación de la Estrategia de Mercadeo	Consultor, viáticos, transporte, computador, reuniones usuarios	Documento con la Estrategia	
	III.4 Implementación de la Estrategia de mercadeo	Reuniones, tiempo, viáticos, recurso	Anuncios, propaganda, empaques, etc	La DGRNR y el Servicio Forestal apoyan con fondos para ejecutarla
Actividades principales. Logro IV	IV.1 Fomentar el establecimiento de FS de las especies prioritarias	Proyecciones de reforestación o demanda, Tiempo. Convenios con dueños FS, Fondo rotativo.	Suficientes FS de sps prioritarias establecidas. Registro venta semilla mejorada por especies	Existen FS adecuadas de las sps de interés y los dueños están interesados en ellas.
	IV.2 Asegurar la recolección, compra y/o beneficiado de la semilla de las FS de especies prioritarias	Equipo, Personal, Transporte, Viáticos, Fondos. Apoyo de las Regiones del Servicio Forestal (I,II, III Y IV)	Registros de semilla recolectada por el BSF y otros productores	Hay personal, interés y recursos para realizar la recolección.
	VI.3 Apoyo a la implementación del Sistema de certificación de Semillas Forestales con la DGSVA	Tiempo, Reuniones autoridades DGSVA, reuniones con productores	FS inscritas y Manual de Procedimientos técnicos funcionando.	Hay voluntad y apoyo político de las autoridades correspondientes.

	<p>IV.1 Fomento y establecimiento de fuentes semilleras</p> <p>IV.2 Compra de semillas a través del Fondo Rotativo</p> <p>IV.3 Recolección y Manejo de frutos/semilla</p> <p>IV.4 Implementación del sistema de certificación de semillas forestales.</p>	<p>Tiempo, equipo de medición y apeo, parcelas disponibles, apoyo económico.</p> <p>Formularios, apoyo económico.</p> <p>Personal, equipo de recolección vehículo, Fuentes Semilleras, convenios con dueños</p> <p>Tiempo, apoyo económico</p>	<p>Registro de Fuentes Semilleras</p> <p>Lista de existencia de semillas en el Banco</p> <p>Lista de existencia de semillas</p> <p>Semilla Certificada</p>	<p>Los propietarios desean mejorar las Fuentes Semilleras y vender semilla</p> <p>Existe suficiente semilla de FS para comprar</p> <p>La DGSVA motiva a implementar el proceso.</p>
<p>Actividades principales. Logro V</p>	<p>Definir Sps de interés potenciales para la reforestación y/o conservación.</p>	<p>Tiempo, registros del Banco, reuniones contactos .</p>	<p>Listado de Especies Ayudas memorias</p>	<p>Existen los medios para determinar las Sps potenciales.</p>

	<p>Fomentar la investigación aplicada en especies en peligro de extinción</p> <p>Mantener comunicación con las distintas instituciones involucradas en M.G.F.</p> <p>Apoyar el desarrollo de actividades de conservación de Sps en peligro de extinción.</p> <p>Fomentar y apoyar el desarrollo de actividades de fitomejoramiento</p>	<p>Medios de comunicación, apoyo económico, contactos, reuniones</p> <p>Tiempo, contactos, reuniones, apoyo económico</p> <p>Semilla, contactos, tiempo, apoyo económico.</p> <p>Tiempo, contactos, reuniones, apoyo económico.</p>	<p>Documentos, notas ayuda memoria.</p> <p>Reporte de trabajos realizados, notas</p> <p>Parcelas establecidas, informe de actividades, registro de datos.</p> <p>Ensayos, arboles seleccionados. Huertos semilleros.</p>	<p>Las instituciones apoyan la investigación forestal</p> <p>La DGRNR apoya esta actividad</p> <p>Existen instituciones interesadas en actividades de conservación.</p> <p>Existen instituciones interesadas en el M.G.F.</p>
<p>Actividades principales, Logro VI</p>	<p>V.1.1 Desarrollo de cursos cortos dirigido a productores y usuarios de semillas</p> <p>V1.2 Desarrollo de Días de Campo para mostrar avances en el campo de las semillas</p> <p>V1.3 Producción y Diseminación de materiales divulgativos sobre semillas</p> <p>V1.4 Brindar asistencia técnica a los productores de semillas y plantas</p> <p>V1.5 Dar información a los productores y consumidores a través de los medios de comunicación masiva.</p>	<p>Tiempo, equipo audiovisual, materiales, vehículo, insumos, apoyo económico</p> <p>Tiempo apoyo económico</p> <p>Tiempo vehículo, apoyo económico</p> <p>Tiempo, apoyo económico, insumos.</p>	<p>Copia de invitaciones. Nómina de participantes</p> <p>Copia de invitaciones Nómina de participantes</p> <p>Documentos elaborados.</p> <p>Notas de solicitud</p> <p>Copias de documentos preparados</p>	<p>Existe interés por participar en estas capacitaciones</p> <p>Existe una gran demanda sobre información de este tipo.</p> <p>Existe la facilidad de acceso a los medios.</p>

Resultados del programa nacional de semillas forestales- Red de Bancos de semillas de Río de Janeiro, Brasil.

*Fatima C. Márquez Piña-Rodrigues¹
Ivan Dantas Mesquita²*

INTRODUCCION

El bosque Atlántico, la segunda mayor formación forestal de Brasil, tiene una distribución natural de un millón de km² y se extiende del paralelo 5°S a los 32°S, con un rango amplio de altitud y climas que lo hacen un bosque de alta diversidad. Debido al proceso de devastación, ahora su área de bosque natural conservado es solo 4% del tamaño original y otro 4% son de formaciones secundarias, en bosques pequeños y aislados. Resultante de esto, el bosque Atlántico es considerado hoy como uno de los bosques tropicales más amenazados de extinción y uno de los bosques de alta biodiversidad (SOS Mata Atlántica 1990). En el sur de Brasil la mayoría de sus bosques restantes se mantiene en unidades de conservación en 53.063 km² (55,5% del tamaño original), siendo 95,5% en el sudeste-sur. De este total, sólo 18.225 km² (19,1%) están en unidades estrictas de protección, como parques, reservas y estaciones biológicas (Cámara 1996). Sin embargo incluso estas unidades, la gran mayoría, sólo existe en el documento (Costa 1997) y es rodeado por zonas deforestadas (degradadas) que avanzan hacia el interior de las zonas de conservación.

Este problema afecta a Río de Janeiro que, en sus 43.909,7 km² presenta 20% de su extensión con zonas degradadas en estado avanzado de erosión del suelo (Piña-Rodrigues 1994). Como consecuencia de la deforestación ocurren deslizamientos durante el período de lluvias. Debido a este problema de carácter ambiental, los órganos públicos y conservacionistas, han estado desarrollando programas de recuperación de zonas degradadas y establecimiento de plantaciones en montes y márgenes de ríos, forma principal de reducir estos problemas. Sin embargo, la Agencia Brasileña de Ambiente identificó la falta de semillas forestales, factor muy importante para el éxito del establecimiento de plantaciones forestales. La falta de semilla de buena calidad ahora es un factor limitante para estos programas.

La alternativa ha sido la compra de semillas en otras regiones, de especies exóticas, que no se adaptan a las condiciones de suelo y clima de Río de Janeiro y de calidad dudosa. La producción de semillas forestales depende de tecnologías adecuadas para garantizar su calidad y origen, con especies y procedencias adecuadas para las condiciones existentes. Dentro de estos factores, su cosecha, en áreas naturales, se debe obtener material de calidad buena, de árboles seleccionados.

Para resolver este problema, el Ministerio del Ambiente dio inicio al Programa Nacional Semillas Forestales en 1995, con el objetivo de producir semillas forestales de buena calidad, para aprovisionar las actividades de recuperación de áreas degradadas y plantaciones (Piña-Rodrigues & Fortes 1996). En su etapa inicial intentó formar los Bancos Regionales de Semillas Forestales a través de la integración de las instituciones que participan en la cosecha, la producción y manejo de semillas forestales. Después empezó la etapa de entrenamiento del personal con el apoyo del Comité Técnico de Semillas Forestales de la Asociación Brasileña de Tecnología de Semillas.

El Banco Regional de Semillas de Río de Janeiro produce semillas de especies del Bosque Atlántico, para los distintos programas de reforestación en desarrollo y actúan en conjunto con las Organizaciones no-Gubernamentales (ONGs), con los gobiernos de las comunidades y empresas privadas. Sus estructuras, se emplean para acciones de conservación del bosque y de sus recursos genéticos en el Bosque Atlántico de Río de Janeiro.

En las áreas de bosque Atlántico de Río de Janeiro, dadas sus características ecológicas y sociales, la actividad de conservación no puede dejar de considerar a los usuarios del recurso del bosque. Lo ideal es la adopción de una política que también contemple el respeto a las funciones del bosque como regulador de procesos ecológicos y, además, social (Higuchi 1991; Macedo & Piña-Rodrigues 1992). El proyecto de conservación también debe reducir las presiones extractivas en las áreas naturales remanentes y generar usos sostenibles para los recursos de los bosques. Los usuarios de los recursos también deben participar de esta actividad directa e indirectamente.

¹ Universidad Federal Rural do Río de Janeiro, Seropédica, RJ- Brasil

² Ministerio do Meio Ambiente e dos Recursos Hídricos Da Amazonia Legal, DA AMAZÔNIA LEGAL, Brasil

En este sentido, la conservación debe ser un proceso dinámico, intentando generar actividades productivas y alternativas de ingresos para las poblaciones que viven cerca de estos bosques. La conservación busca mantener la diversidad genética natural de éstos bosques, aun así, admite su manejo racional y su uso (Brune 1981, FAO 1975; 1991). Una de las maneras de intentar este objetivo es recoger la conservación genética con la recuperación de áreas degradadas y la cosecha y producción de semillas (Costa & Piña-Rodrigues 1993).

Es claro que el gobierno no posee la estructura para detener la degradación de estas áreas naturales, para protegerlas del uso irregular y de las quemadas. Por esta razón, es prioritaria la búsqueda de alternativas que colaboren para conservar las especies del bosque Atlántico de Río de Janeiro.

Objetivos

- Iniciar en el Estado de Río de Janeiro un sistema integrado de producción, comercialización y distribución de semillas forestales, para suplir la demanda existente y potencial en cooperación estrecha con las instituciones privadas o estatales que existan en la región y en otras del país;
- Incorporar y hacer uso de los recursos presentes en las estructuras de las instituciones gubernamentales para dar inicio de las actividades del Banco de Semillas Forestales;
- La cosecha y producción de semillas de especies del bosque de buena calidad genética para los proyectos de reforestación y recuperación de áreas deforestadas;
- Asegurar una estandarización de la organización de los métodos de cosecha, producción, comercialización y la organización a nivel regional, de manera descentralizada;
- Entrenamiento y formación de personal para la producción, manejo, conservación de semillas forestales y comercialización.
- Conservación de los recursos genéticos de especies en extinción;
- Generar ingresos para las poblaciones y productores rurales que viven en zonas de amortiguamiento y cerca de los bosques a través de la cosecha, manejo y comercialización de semillas forestales.

DESARROLLO

Instituciones participantes

Para la instalación del Banco de Semillas Forestales de Río de Janeiro se establecieron acuerdos entre el Instituto Brasileño de Ambiente (IBAMA), Instituto Estatal de Bosques (IEF) y la Universidad Federal Rural de Río de

Janeiro (UFRRJ). Los acuerdos permitieron la actuación conjunta de las instituciones para implantar la Red de Bancos de Semillas Forestales basados en las estructuras existentes. Cada institución ha definido funciones dentro de la estructura de la Red de Bancos de Semillas Forestales y en el sistema integrado, sin perder su autonomía de acción y siguiendo su propia política.

La estructura de la Red de Bancos de Semillas Forestales

La Red de Bancos de Semillas Forestales está formada por las Unidades Regionales de Cosecha y Almacenamiento-URCA, por el Centro de Entrenamiento y Almacenamiento-CETA y por los Bancos Activos de Germoplasma-BAG. En las Unidades Regionales de Cosecha y Almacenamiento (URCA) se hace el beneficiado, control de calidad y almacenamiento a corto plazo (6 meses a 1 año) y largo plazo (1 a 2 años) de las semillas cosechadas en áreas de los Gobiernos Federales, Municipales o privadas. Su función es la cosecha, comercialización y distribución de semillas de calidad certificada a través de las pruebas de calidad. Cada Unidad cuenta con un equipo de cosecha.

El Centro de Entrenamiento y Almacenamiento (CETA) tiene la responsabilidad de investigación y entrenamiento del personal, en todas las actividades del Banco de Semillas y la realización de reuniones entre los miembros de URCA para el ajuste de la metodología y su estandarización. También realiza la recopilación y publicación técnica y ofrece programas de capacitación para agricultores. Además, está bajo su responsabilidad coordinar y desarrollar investigaciones sobre almacenamiento de semillas que fueron consideradas con problemas para los trabajos del Banco de Semillas Forestales.

Los miembros usan el programa BANCSEME, desarrollado por la Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (UFRRJ/Instituto de Bosques), que contiene información sobre la producción, manejo y ecología de aproximadamente 450 especies del bosque Atlántico (Piña-Rodrigues *et al.* 1995). También está en etapa de desarrollo el banco de datos para control de la producción de semillas.

El CETA también tendrá la función de coordinar y guiar las actividades de instalación de los Bancos Activos de Germoplasma, formado por el grupo de áreas que pertenece al gobierno federal, distrito municipal y privadas. Estas áreas tendrán el propósito doble: la producción de semillas para las actividades de fomento y conservación genética de especies.

Estructura organizacional y atribuciones

El entorno del funcionamiento y atribuciones de funciones de las instituciones que actúan en la Red de Bancos de

Semillas Forestales de Rio de Janeiro se presenta en (Fig. 1). La Red de Bancos de Semillas tiene la participación del Instituto Estatal de Bosques de Río de Janeiro (IEF/RJ) y de sus unidades ubicadas en Santa María Madalena y en el Parque Estatal de la Piedra Blanca (el distrito Municipal de Río de Janeiro) donde se instalarán Unidades Regionales de Cosecha y Almacenamiento (URCA). Se harán las cosechas de semillas en las áreas que pertenecen a IEF, en todo el Estado de Río de Janeiro.

La Universidad Federal Rural de Río de Janeiro (UFRRJ) es responsable por el Centro de Entrenamiento y Almacenamiento (CETA). EL Banco Activo de Germoplasma se instalará en área que pertenece a UFRRJ. La Agencia Brasileña de Desarrollo del Bosque - IBAMA participa a través de FLONA Mário Xavier, localizada cerca de UFRRJ, donde hay la Unidad Regional de Cosecha y Almacenamiento y el Banco Activo de Germoplasma de las especies del bosque Atlántico, *Lecythis pisonis* y *Chorisia speciosa*.

El gerenciamiento del Banco de Semillas forestales

Considerado el gran número de instituciones involucradas, con varios objetivos, el gerenciamiento de la Red de Bancos de Semillas Forestales está haciéndose a través de un Comité Gestor con representantes de los órganos

participantes. El Comité busca lograr tareas de coordinación y planificación a largo plazo del funcionamiento del sistema, los patrones de calidad y el control del precios mínimos de las semillas. Otras de sus funciones es mantener la cooperación estrecha con las instituciones de investigación forestal privadas o estatales y proponer políticas y legislaciones que promuevan el desarrollo del sector de semillas forestales.

El funcionamiento de la Red de Bancos de Semillas

En Río de Janeiro la Red de Bancos de Semillas forestales, nombre que simboliza la integración informatizada y de trabajo entre los compañeros participantes, se inició en mayo de 1995. En esta ocasión las unidades de UFRRJ, se inauguraron junto con IEF y IBAMA. La comercialización y distribución de semillas forestales de origen conocido y buena calidad se empezó en 1999, con la selección de rodales semilleros en áreas naturales y de los árboles madres.

LOS RESULTADOS

La Rede Regional de Bancos de Semillas forestales de Río de Janeiro cuenta con el apoyo del Ministerio del Ambiente a través de su Programa Nacional de Semillas Forestales. La Red empezó con la firma de acuerdos entre la

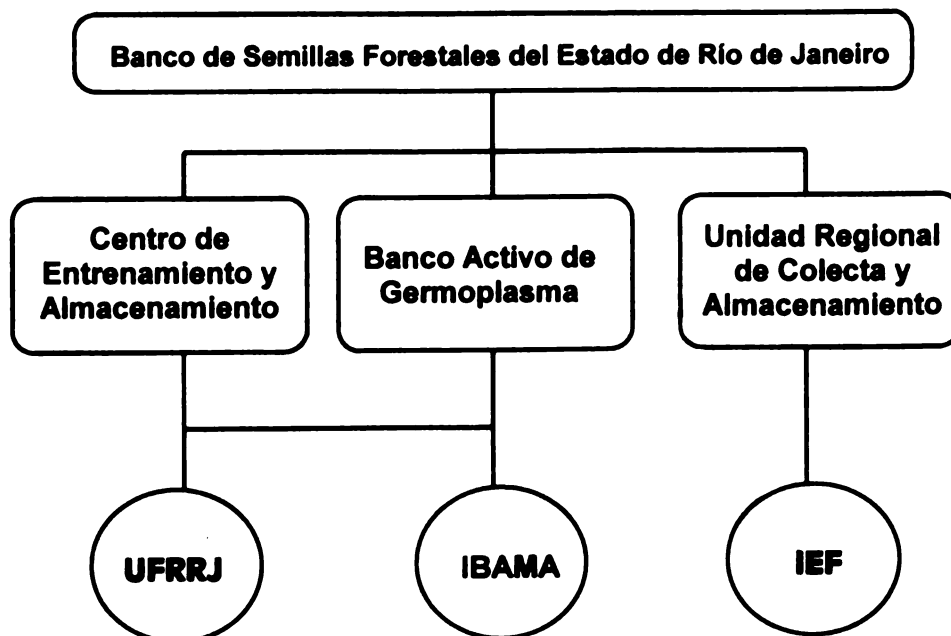


Figura 1. Estructura organizacional de la Red de Bancos de Semillas Forestales (Banco de Sementes Florestais do Rio de Janeiro) y atribuciones de las Instituciones participantes (UFRRJ - Universidad Federal Rural de Río de Janeiro; IBAMA - Instituto Brasileño de Ambiente y el Recurso Natural; IEF - Instituto Estatal de Bosques de Río de Janeiro).

Universidad Federal Rural de Río de Janeiro, el Instituto Estatal de Bosques y el BAMA-FLONA Mário Xavier. Empezando en 1996 otros acuerdos y sociedades se firmaron con empresas y organizaciones no-gubernamentales (Piña-Rodrigues & Fortes 1997). Estas sociedades permitieron la adaptación de medios y el logro de cursos de capacitación del personal.

La capacitación de personal de campo sobre recolección, procesamiento, germinación y almacenaje de semillas es un servicio de extensión que se realiza en conjunto por la UFRJ/CETA y las otras instituciones, con la participación de los estudiantes de Ingeniería Forestal, Biología y Agronomía. Estos se benefician actuando como un medio eficaz de diseminación de informaciones. El objetivo de los cursos es la capacitación de agricultores, reforestadores, técnicos de nivel superior y medio en varias áreas del conocimiento, pero que actúan en el sector forestal brasileño.

Considerando que la semilla es un producto no-maderable del bosque y su manejo, puede ser una opción para generar ingresos para las poblaciones y productores rurales que residen en áreas cercanas de unidades de conservación, la Red Regional inició una serie de cursos dentro del propio Estado y en otras regiones del país, con el objetivo de capacitar al personal y reducir de las presiones extractivas sobre los recursos genéticos y forestales del bosque Atlántico.

El entrenamiento del personal de estas poblaciones (pequeños productores rurales) se hizo en las zonas de amortiguamiento de las Unidades de Conservación del Parque Estatal de Tingüá (Japeri-Río de Janeiro-RJ) y

Parque Estatal del Desengano Conceição de Macabú-RJ) y en las áreas de Paraty y Angra Reis en el sur del Río de Janeiro. En estas regiones, cerca del 95% de su extensión está cubierta por unidades de conservación, con fuerte presión extractiva ilegal del palmito (*Euterpe edulis*).

El Cuadro 1 muestra la evolución de las actividades logradas por la Rede Regional de Bancos de Semillas Forestales de Río de Janeiro. Se verifica que el fomento de la actividad para la creación de Redes Regionales era más intenso en 1995 y 1996. Después de este período las redes empezaron a dar prioridad al entrenamiento de técnicos de apoyo, en cuanto al personal de la comunidad (productores rurales).

Formación de equipos comunales de cosecha

En las zonas de amortiguamiento se está desarrollando la estrategia de formación de equipos de cosecha con el personal de las poblaciones locales, en especial pequeños productores rurales. Esto puede reducir los costos de la cosecha, porque las personas viven cerca al bosque y tienen interés en su conservación y uso, en especial con productos no-maderables.

Para la formación del equipo comunal de cosecha se realizaron cursos cortos de entrenamiento sobre aspectos ecológicos de la producción de semillas forestales (conceptos de biología de la polinización y dispersión de semillas), la metodología para demarcación y selección de árboles madres superiores y mantenimiento de materiales y equipo, como también el manejo de las semillas forestales.

Los equipos reciben entrenamiento sobre el uso de los

Cuadro 1: Evolución anual de los servicios de extensión y capacitación de la Red de Bancos de Semillas Forestales de Río de Janeiro (Brasil).

Finalidad	Año	Regiones	Nº de personas	Nº de instituciones involucradas
Reunión para la organización de los Bancos Regionales de Semillas forestales	1995	Acre	35	9
		Rio Grande do Norte	35	10
		São Paulo	55	14
		Minas Gerais	35	10
	1996	Mato Grosso do Sul	40	9
	1997	Paraná	20	8
	1999	Mato Grosso	62	30
SUBTOTAL			282	90
Cursos de capacitación de personal técnico y agricultores	1995	Rio de Janeiro	25	8
	1995	Acre	45	10
	1996	São Paulo	30	10
	1997	Rio de Janeiro	22	8
	1998	São Paulo	30	12
	1999	Mato Grosso	62	30
	1999	Rio de Janeiro	65	25
SUBTOTAL			279	95
TOTAL			561	185

materiales tradicionales como escaleras de cuerda y equipo para escalar montes. Otros materiales de bajo costo fueron desarrollados por CETA que también se usan en el entrenamiento (Piña-Rodrigues 1999).

La demarcación de árboles superiores es realizada en áreas seleccionadas por las poblaciones locales (agricultores) y por personal de apoyo del CETA/UFRRJ. Las semillas cosechadas se benefician y son enviadas a CETA de UFRRJ para su almacenamiento el control de calidad. La comercialización de las semillas se hace a través de una Cooperativa de Obreros en Servicios Ambientales.

Conservación, selección de rodales semilleros y selección de árboles superiores

La Red de Bancos de Semillas ha adoptado metodologías para el establecimiento de zonas semilleras en áreas de las instituciones estatales y privadas basada en la metodología internacional de conservación de los recursos genéticos *in-situ* (Roche & Dourojeanni 1984; Lleras 1992; Branwell & Heymond 1992; UICN 1992; Jara 1994; 1995).

En Rio de Janeiro fueron demarcadas dos zonas semilleras en las regiones de Angra dos Reis y Paraty cerca del Parque Estatal de Bocaina (RJ). Las especies son seleccionadas por su importancia en la conservación de los recursos genéticos del Bosque Atlántico y para el abastecimiento de los programas de forestación y recuperación de áreas deforestadas. Los mapas de estas regiones están siendo digitalizados y con el uso del software Arcview están siendo ubicados los árboles superiores.

La selección de los árboles superiores en rodales semilleros naturales se hace con los principios descritos por Piña-Rodrigues (1999) y recomendaciones de Jara (1994). La ubicación del árbol es obtenida con el GPS (Global Position System) y los datos de longitud y latitud son usados en el software Arcview. Los árboles superiores son seleccionados por su superioridad fenotípica con base en el diámetro, altura, rectitud de fuste, ramificación, copa, reproducción (producción de flores y semillas) y fitosanidad.

CONCLUSION

La restricción principal para la continuidad del funcionamiento de la Red de Bancos de Semillas Forestales es la falta de legislación para garantizar las características y la calidad, producción y comercialización de semillas forestales en el país, donde no existe un sistema de certificación. Ahora la falta de control de calidad hace que no tengan informaciones sobre el tipo de producción, la autenticidad de la especie, origen, pureza, identidad genética o capacidad germinativa. Además, hoy la semilla

es comercializada sin ninguna certificación y con un rango amplio de precios.

No existe una política para la formación de un sistema brasileño de producción de semillas forestales, aunque este sistema exista en el sector agrícola. La fijación de normas de certificación de la producción y del comercio es función del Ministerio de Agricultura, a través de las Comisiones Estatales de Semillas. Aun así, las demandas principales y el uso de las semillas vienen del Ministerio del Ambiente, lo que genera diferentes intereses, pero ese no produce habiendo propuestas y acciones concretas conjuntas de los dos Ministerios.

El establecimiento del Programa Nacional de Semillas Forestales fue la primera medida en el sentido de organizar el sistema de producción de semillas forestales. En esta etapa del proceso, las Redes Regionales deben asumir no sólo su función técnica, sino también la política y para apretar las organizaciones gubernamentales locales, con el objetivo de proponer la certificación de semillas con la aplicación de sistemas estandarizados para control de calidad y de organización de la producción y del comercio.

También, para la gran diversidad de especies del bosque Atlántico hay pocas informaciones sobre el manejo de las semillas. Es necesario la investigación dirigida a estudios sobre la fenología y fructificación de muchas especies, optimización de la actividad de cosecha, métodos de recolección, procesamiento, almacenamiento y germinación de semillas.

La Red de Bancos de Semillas Forestales de Rio de Janeiro debe continuar con el servicio de extensión junto a los productores rurales, que ha producido un resultado muy rápido, con la reducción de las presiones de extracción no legales de productos del bosque, en especial de la especie *Euterpe edulis*. La capacitación de personal ha diseminado información y conocimientos sobre la ecología de las especies, ayudando así a su conservación y uso adecuado. Cada equipo de cosecha es también un grupo protector de los recursos naturales del bosque Atlántico de Rio de Janeiro.

REFERENCIAS

- Branwell, D. & Heymond, V. 1992. Guidelines for the *ex-situ* conservation of germplasm by Botanic Gardens. *In*. Botanic Garden Conservation International, Rio de Janeiro., 29p.
- Brune, A. 1981. Implantação de populações-base de espécies florestais. EMBRAPA, URPFCs, Curitiba. PR. Série Documentos. 9p.

Câmara, I.G. 1996. Plano de Ação para a Mata Atlântica: roteiro para a conservação de sua biodiversidade. São Paulo, Conselho nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 33p.

COSTA, J.P.O. 1997. Avaliação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica. São Paulo, Conselho nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 48p.

Costa, L.G.S. & Piña-Rodrigues, F.C.M. 1993. Recomposição de área degradada no município de Igarapé-açu (Belém-PA) empregando conceitos de grupos ecológicos. Relatório Técnico EIDAI.

FAO. 1991. Forestry statistics, today and tomorrow: 1961-1989-2010. Roma, 30p.

FAO. 1975. Propuesta de un programa global para el mejor aprovechamiento de los recursos geneticos forestales. FAO, Rome. Información sobre recursos geneticos forestales. no 4. pp 2-55.

Higuchi, N.; Vieira, G. Minette, L.J. Freitas, J.V. Jardim, F.C.S. 1991. Sistema S.E.L. (seleção de espécies listadas) para manejar a floresta tropical úmida de terra-firme da Amazônia. In: Val, A.L.; Figliuolo, R. & feldberg, E. (eds). Bases científicas para estratégias de preservação e desenvolvimento da Amazônia: fatos e perspectivas. Manaus. INPA, p.197-206.

Jara, L.F. 1995. Mejoramiento forestal y conservación de recursos geneticos forestales. CATIE. Serie Tecnica, Manual Técnico, 14, 156p.

Jara, L.F. 1994. Selección y manejo de rodales semilleros. CATIE. Serie Tecnica, Manual Técnico, 11, 200p.

Jara, L.F. 1995. Programas de abastecimiento de semillas forestales. CATIE. Série Materiales de Enseñanza, 32, 80p.

Lleras, E. Conservação de recursos geneticos florestais. Revista do Instituto Florestal, 4(4):1179, 1992.

Macedo, D. & Piña-Rodrigues, F.C.M. 1992. Manejo e Conservação de recursos geneticos de *Virola surinamensis* (Rol) Warb no estuário amazônico. Washington, World Wildlife Fund (Relatório Técnico a World Wildlife Fund-US).

Piña-Rodrigues, F.C.M. & Fortes, A L.M. 1997. Banco de sementes de espécies florestais da Mata Atlântica. Floresta & Ambiente, 3.

Piña-Rodrigues, F.C.M. ; Castro, G.R.M.; Marcondes, N.G.S.; Barreto, A.C.M. & Albuquerque, C.M.C. 1995. Banco de dados em sementes florestais. Informativo ABRATES, 5(2):12.

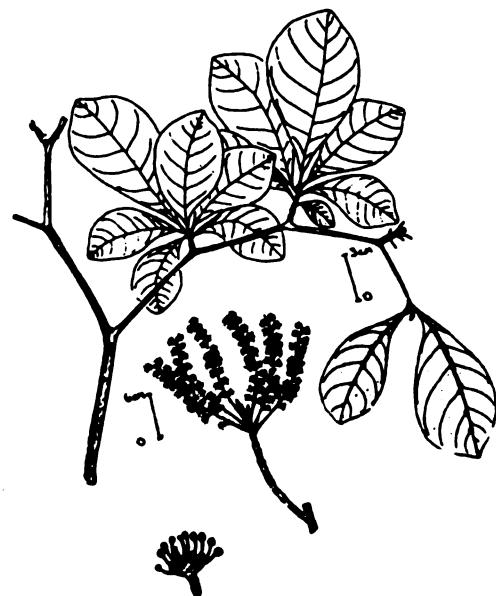
Piña-Rodrigues, F.C.M. 1999. Guia para a colheita e manejo de sementes florestais. IDACO, Rio de Janeiro, 25p.

Piña-Rodrigues, F.C.M. 1994. Projeto Pró-água: recuperação de áreas degradadas nos municípios de Cardoso Moreira e Italva (Rio de Janeiro). Rio de Janeiro, Ministério do Meio Ambiente/Projeto PED, Secretaria Estadual de Meio Ambiente do Rio de Janeiro, 125p.

Roche, L. e M. Dourojeanni, 1984. Manual sobre la consevación in situ de los recursos geneticos de especies leñosas tropicales. Rome, FAO. 161p.

SOS Mata Atlântica. 1990. Reunião Nacional sobre a proteção de ecosistemas naturais da Mata Atlântica. Atibaia. Anais. São Paulo, SOS Mata Atlântica. 85p.

UICN. 1980. Estrategia mundial para la conservación. UICN, PNUMA, WWF.-1184, 1992.



Protección de obtenciones vegetales en Centroamérica

Ana Lorena Guevara F.¹

INTRODUCCION

La biología como ciencia aplicada se encuentra hoy en día ante un proceso de industrialización cuyos alcances aun se desconocen. No obstante, es evidente que las técnicas biológicas tienen una incidencia directa en áreas de gran interés para el hombre, como son la salud, la alimentación, la agricultura y el ambiente. Por eso, es imperativo que nuestros países promuevan proyectos de investigación para su generación y desarrollo.

En agricultura y particularmente en el caso de las plantas, la labor de investigación para la obtención de variedades vegetales, ha permitido mejorar significativamente los cultivos.

El mejoramiento genético en plantas, utilizando desde los tradicionales métodos de mejora hasta las más sofisticadas técnicas biotecnológicas (p.e. ingeniería genética), es realizado actualmente por empresas públicas y especialmente privadas, que invierten grandes sumas de dinero y que al igual que el sector industrial pretende beneficios económicos, a partir de la comercialización del producto de sus investigaciones.

La forma como el hombre ha venido protegiendo sus invenciones y de ese modo resarcido la inversión económica en investigación y desarrollo, ha sido mediante sistemas de protección a la propiedad intelectual, siendo el sistema de patentes el más conocido y aplicado.

No obstante, el sistema de patentes se originó y adaptó fundamentalmente, para conferir derechos de explotación exclusiva a invenciones inanimadas de uso industrial y no a materia viva. De hecho, la mayoría de los países en desarrollo, excluyen de sus ordenamientos jurídicos el patentamiento de variedades vegetales y de los procesos esencialmente biológicos para su obtención (OMPI 1989).

El reconocimiento de la inventiva de quienes obtienen nuevas variedades y la necesidad de que ellos tengan un retorno razonable de sus inversiones en tiempo y dinero,

ha permitido que en algunos países se reconozca el otorgamiento de patentes en plantas y en otros la aplicación de un sistema de protección a los derechos de obtentor, el cual es reconocido mundialmente.

En países pioneros en la implementación de patentes y de derechos de obtentor en plantas, la experiencia señala una serie de ventajas, que sin duda y a través de un marco legal adecuado, podría traer grandes beneficios para países en desarrollo como los nuestros. Entre ellas están:

- El autofinanciamiento de la investigación estatal,
- La introducción creciente de capital privado en la investigación y desarrollo de nuevas variedades,
- El acceso a variedades extranjeras de gran potencial productivo.
- La inserción del país en el comercio mundial de semillas,
- El mejoramiento de la productividad agrícola mediante el uso de variedades mejoradas.

Todo lo anterior es especialmente relevante, si se considera que los países del tercer mundo se encuentran en un proceso de cambio de sus estructuras económicas, hacia la globalización y que están obligados a ser cada día más competitivos.

En general y antes de entrar a detallar los sistemas de protección a la propiedad intelectual en plantas, es importante analizar las ventajas que ofrecen y la situación en que se encuentran nuestros países en esta materia, frente a los convenios internacionales, tanto en materia de biodiversidad como de comercio multilateral.

LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL Y LA CONVENCION DE DIVERSIDAD BIOLOGICA

La Convención de Diversidad Biológica fue firmada en Río de Janeiro, Brasil, en 1992. Su objetivo central, según lo establece el Artículo 1o. es "La conservación de la Diversidad Biológica, la utilización sustentable de sus

¹ Ing. Agr. Coordinadora General Programa de Biosprospección, INBIO, Costa Rica.

componentes y la participación justa y equitativa en los beneficios que se deriven de la utilización de los recursos genéticos, mediante entre otras cosas, un acceso adecuado a esos recursos y una transferencia apropiada de las tecnologías pertinentes, así como de una financiación apropiada".

De la misma forma el artículo 15 de la Convención establece que, "en reconocimiento del derecho soberano de los Estados sobre sus recursos naturales, la facultad de regular el acceso a los recursos genéticos incumbe a los gobiernos nacionales y está sometida a legislación nacional".

Por su parte el artículo 16 incisos 2 y 3 establecen que para el caso de los países en desarrollo ese acceso se facilitará en condiciones justas y en los términos más favorables, incluyendo la tecnología protegida por patentes y otros derechos de propiedad intelectual.

Si bien la Convención establece la obligada relación entre acceso y propiedad intelectual, también en el mismo artículo 16, en el inciso 5 se indica que las partes contratantes deberán cooperar, para que de conformidad con la legislación nacional y el derecho internacional, las patentes y otros derechos de propiedad intelectual apoyen y no se opongan a los objetivos del Convenio.

Corresponderá entonces a los países miembros del Convenio no sólo definir los regímenes de acceso, sino además establecer un marco de protección a los derechos de propiedad intelectual adecuado y congruente con la Convención de Diversidad Biológica.

LOS DERECHOS DE PROPIEDAD INTELECTUAL PARA LA OBTENCIONES VEGETALES EN EL GATT

El tema de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio (ADPIC), se tocó como punto de discusión de las negociaciones en el Acuerdo General Sobre Aranceles Aduaneros y Comercio (GATT), en setiembre de 1986, en la octava ronda de negociaciones, conocida como Ronda Uruguay.

La justificación que se dio para incluir el tema, fue la necesidad de que la apropiación exclusiva de las invenciones, se diera en todos los países y bajo leyes de propiedad intelectual establecidas bajo criterios unificados.

El área de mayor conflicto en la discusión sobre derechos de propiedad intelectual en la Ronda Uruguay fue el de las patentes de invención, pues Estados Unidos, Japón y Suiza propusieron una ampliación de la materia patentable y una reducción al máximo de exclusiones a la patentabilidad. Esto significaba patentar toda clase de formas de vida, a lo

que los países en desarrollo y la Comunidad Europea se opusieron.

El Acta Final de la Ronda presentó un punto más moderado y dispuso en el artículo 27.3.b) del Acuerdo sobre los Aspectos de los Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio que los miembros podrán excluir de la patentabilidad "las plantas y los animales, excepto los microorganismos y los procedimientos esencialmente biológicos. Sin embargo, los miembros otorgarán protección a todas las obtenciones vegetales mediante patentes, mediante un sistema eficaz *sui generis* o mediante una combinación de aquellas y éste".

Lo anterior plantea entonces, que las partes firmantes del Acta, están obligadas a adoptar un sistema de protección a los derechos de propiedad intelectual para las obtenciones vegetales.

PATENTES EN PLANTAS

Tal como se indicó anteriormente, las plantas son excluidas del patentamiento, en la legislación de la mayoría de los países en desarrollo.

En general las variedades vegetales se conciben como productos de la naturaleza y no se consideran inventos. Las características que se exigen a una nueva variedad para que pueda ser objeto de protección, difieren en mucho de las que se exigen a los inventos en un sistema de patentes.

Mientras que en un sistema de patentes se exigen como requisitos: novedad, nivel inventivo y aplicación industrial, en el sistema de protección a los derechos de obtentor los requisitos para que una variedad sea objeto de protección son: novedad (en un sentido distinto y acorde con la materia protegida), distinguibilidad, homogeneidad y estabilidad.

La protección a una variedad vegetal nueva solo puede otorgarse una vez que ésta se haya materializado y exista físicamente; mientras que una invención puede patentarse aunque solo exista en forma de una descripción que demuestre que es realizable.

Por otra parte, los sistemas de patentes confieren el derecho a explotar en forma exclusiva la invención. Para el caso de los vegetales, como lo que normalmente se aprovecha es el producto de la siembra, la protección se ha limitado al material de reproducción y no a sus productos.

Estados Unidos fue el primer país en tener una legislación para el patentamiento de plantas. En 1930, el Congreso de E.E.U.U. aprobó la Ley sobre Patentes para Vegetales (Plant Patent Act, PPA), la cual permitió la protección de patentes a nuevas variedades de plantas de reproducción

asexual, exceptuando aquellas cuya parte usada para la multiplicación era utilizable para consumo.

En 1970, el Congreso de Estados Unidos aprueba la Ley de Protección Varietal de Plantas (Plant Variety Protection Act, PVPA), con la que se extendió la protección a plantas de reproducción sexual. Esto tuvo como fin favorecer a las compañías productoras de semilla de variedades mejoradas.

La PVPA protege al mejorador mediante un " certificado de protección", cuya vigencia es de 18 años. Durante este tiempo la variedad protegida solo podrá ser vendida, ofrecida en venta o propagada , con autorización del mejorador o acreedor del certificado de protección.

Además de estos dos sistemas de protección, en Estados Unidos se pueden proteger las variedades vegetales mediante la Ley General de Patentes de Invención.

DERECHOS DEL OBTENTOR

Sólidos argumentos se han planteado para justificar el otorgamiento de una protección distinta a los fitomejoradores, acorde con los procedimientos que llevan a la obtención de una nueva variedad y a la necesidad de asegurar un adecuado desarrollo agrícola.

A partir de 1961, se desarrolló en Europa un diálogo sobre la materia, que culminó con el Convenio de la Unión para la Protección de Obtenciones Vegetales (UPOV), el cual desde esa fecha a la actualidad ha sido revisado en 1972, 1978 y 1991. Hasta 1978 solo tuvo ámbito Europeo y a partir de ese año se abrió a todo el mundo.

El Convenio de la UPOV, es un acuerdo entre Estados en el cual los países se comprometen a crear dentro de sus legislaciones nacionales un sistema para la protección de los derechos de los obtentores de nuevas variedades vegetales, acorde con los principios internacionalmente acordados. En virtud del acta del 78, los derechos se conceden a cada uno de los estados miembros para su propio territorio y no a nivel internacional.

La protección a través de este sistema otorga al obtentor de una nueva variedad un "Título de Protección Varietal".

Para que una variedad vegetal sea objeto de protección mediante el sistema UPOV, debe ser:

-**Nueva:** es decir que el material de reproducción no haya sido ofrecido en venta o entregado a terceros, por el obtentor o con su consentimiento, a los fines de explotación de la variedad.

- **Distinta:** que se distinga claramente de cualquier otra variedad cuya existencia sea notoriamente conocida.

- **Homogénea:** suficientemente uniforme en sus caracteres, a reserva de la variación permisible según sea su reproducción sexual o vegetativa.

- **Estable:** que los caracteres de la variedad se mantengan inalterados después de reproducciones o multiplicaciones sucesivas.

El Convenio de la UPOV de 1978 respeta los principios que también están presentes en la PVPA de los Estados Unidos: El "privilegio del agricultor" y la "excepción del mejorador".

El privilegio del agricultor autoriza a éste a usar semilla de la variedad protegida para su propia siembra, siempre y cuando no la utilice para el intercambio o venta a terceros.

La excepción del mejorador, según el acta del 78, permite emplear la variedad protegida como origen inicial de variación, para la creación de otras variedades, sin que sea necesaria la autorización del titular del derecho de obtentor. Solo será necesaria cuando el empleo repetido de la variedad protegida se requiera para la producción comercial de otra variedad. Se establece además que la nueva variedad que se obtenga podrá ser objeto de protección, sin necesidad de autorización del obtentor de la variedad original.

En la versión revisada del acta de 1991, aparece el concepto de "**variedad esencialmente derivada**" que limita la excepción del mejorador. Esta se define como: "se deriva principalmente de la variedad inicial, conservando al mismo tiempo las expresiones de los caracteres esenciales que resultan del genotipo o de la combinación de genotipos de la variedad inicial. Las variedades esencialmente derivadas podrán obtenerse por selección de un mutante somaclonal natural o inducido, o de una variante somaclonal, selección de un individuo variante entre las plantas de la variedad inicial, retrocruzamiento, o transformación por ingeniería genética."

El obtentor de la variedad esencialmente derivada tendrá derecho a inscribirse como obtentor de la misma, quien podrá explotarla y tener derechos, siempre y cuando cuente con la autorización del obtentor de la variedad original.

En el acta de 1991 se establecieron otras importantes modificaciones con las cuales se pretende en primera instancia dar una mayor protección a los obtentores de nuevas variedades y en segundo lugar una mayor congruencia con los ADPIC de la OMC.

Para una mejor comprensión de las disposiciones más relevantes que establece el sistema UPOV en el Cuadro I se presentan las principales diferencias entre el Acta del 78, el Acta de 1991 y el Sistema de Patentes.

Cuadro No. 1 Principales diferencias entre el acta UPOV 1978, UPOV 1991 y el Sistema de Patentes.

DISPOSICIONES	UPOV 78	UPOV 91	PATENTES
Ambito de aplicación	Lista de especies definida	Todos los géneros y especies	Inventiones
Requisitos	Distinguibilidad Homogeneidad Estabilidad	Novedad Distinguibilidad Homogeneidad Estabilidad	Novedad Nivel inventivo Aplicación industrial
Duración de la protección	Mínimo 15 años	20 a 25 años	17 a 20 años
Materia protegida	Sólo material de reproducción	Todo el material de la variedad	Uso comercial de la materia protegida
Excepción del fitomejorador	Si	No para variedades esencialmente derivadas	No
Privilegio del Agricultor	Si	Depende de cada legislación nacional	No
Doble Protección	No	Si	

Fuente: Adaptado de Wijk *et al* 1993

PROTECCION DE OBTENCIONES VEGETALES EN CENTROAMERICA

Todos los países de Centroamérica con excepción de Panamá se encuentran en proceso de elaboración de legislaciones especiales para la protección de obtenciones vegetales.

Aspectos más relevantes de los anteproyectos, proyectos de ley y leyes vigentes en cada país de América Central:

Guatemala

La Ley de Patentes de Guatemala data de 1985 y excluye de la patentabilidad las variedades vegetales y las razas animales, así como los procesos esencialmente biológicos para su obtención, que no sean procedimientos microbiológicos y los productos obtenidos de ellos.

La protección a los derechos de propiedad intelectual para variedades de plantas se pretende establecer en el Proyecto que modifica a la actual Ley de Semillas.

En este proyecto se definen los términos: variedad u obtención vegetal y cultivar protegido.

Se establece como ente responsable de la aplicación de la ley al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación (MAGA), al cual le corresponde establecer y actualizar los registros de protección de variedades u obtenciones vegetales y patentes sobre eventos biotecnológicos producidos en el país o importados.

En el Capítulo V de esta Ley se estipula lo relativo a "Protección a la Propiedad de Creaciones Fitogenéticas". En este apartado se crea el Registro Nacional de la Propiedad de Variedades u Obtenciones Vegetales para "proteger el derecho de propiedad de creaciones fitogenéticas de investigadores nacionales, de investigadores protegidos por registros similares existentes en países que han suscrito acuerdos de reciprocidad en esta materia con Guatemala y, los protegidos por entidades internacionales en las que Guatemala es miembro"

En cuanto al período de protección, se indica que se determinará para cada especie vegetal y tipo de creación fitogenética de acuerdo a las normas que sean aceptadas en los convenios internacionales, "no pudiendo ser menor de diez años para las especies de período vegetativo anual y de veinte años para las especies perennes."

Los requisitos para la protección de una variedad, así como los derechos de uso, enajenación, transferencia y comercialización de una variedad protegida, se establecerán según esta ley, vía reglamento.

Honduras

La legislación hondureña sobre la propiedad industrial de 1993, establece que no son patentables las variedades y especies vegetales y las especies y razas animales. Tampoco los procesos esencialmente biológicos para la reproducción de plantas, animales o sus variedades.

Para la protección de esta materia, Honduras elaboró recientemente un proyecto de Ley para la Protección de Obtenciones Vegetales cuya aplicación corresponderá a la Secretaría de Agricultura y Ganadería por medio del Departamento de Certificación de Semillas del Servicio Nacional de Sanidad Agropecuaria (SENASA).

Según este proyecto el derecho de obtentor se otorga a través de un "Título de Obtentor". La duración de la protección será de 25 años para perennes y de 15 años para otras especies.

No se indica el ámbito de aplicación de la Ley, es decir, no se define si se aplicará a una lista de especies o a todos los géneros y especies.

Para que una variedad sea objeto de protección se establecen como requisitos que ésta sea nueva, distinta, homogénea y estable. Los procedimientos para la realización y evaluación de pruebas técnicas de campo o laboratorio, serán establecidos por un Comité Calificador de Variedades.

En cuanto a la materia protegida se deduce que se limita sólo al material de propagación de la variedad protegida, aunque el proyecto no se refiere a este tema en forma explícita.

Tampoco se hace referencia a limitaciones al derecho del obtentor como lo es, el privilegio del agricultor o la excepción del fitomejorador. Tampoco se plantea la posibilidad de que las nuevas obtenciones vegetales puedan tener doble protección o sea que puedan también ser protegidas a través de patentes.

El Salvador

La Ley de Fomento y Protección de la Propiedad Intelectual de 1993, no excluye del patentamiento a las variedades vegetales ni a los procesos esencialmente biológicos para su obtención.

El Salvador cuenta con un anteproyecto de Ley de Semillas, en el cual se incluye como parte del Capítulo de Investigación un artículo relativo al derecho de propiedad. En este artículo se establece que para garantizar el derecho de propiedad es necesario que toda persona natural o

jurídica inscriba en el Sistema Nacional de Registros sus creaciones fitogenéticas.

Aclara que las patentes vigentes sobre la propiedad de creaciones biotecnológicas se inscribirán en el Registro de Patentes.

Corresponderá al Ministerio de Agricultura y Ganadería llevar el registro de cultivares protegidos y autorizar la investigación con cultivares protegidos.

Nicaragua

La Ley de Patentes de Nicaragua data de 1899, por lo que ni siquiera toma en consideración a las obtenciones vegetales. No excluye ni deja abierta la posibilidad de proteger las obtenciones vegetales a través de patentes.

Nicaragua cuenta con un anteproyecto de Ley de Protección para las Obtenciones Vegetales, en el cual se atribuye al Ministerio Agropecuario y Forestal (MAG-FOR) por la vía de la Dirección General de Semillas la aplicación de la Ley.

El derecho de obtentor que otorga esta Ley se extiende a toda especie y género botánico y será aplicado a la planta completa incluyendo flores, frutos o semillas y cualquier otra parte de la planta que pueda ser usada como material de reproducción o de multiplicación.

Como excepciones al derecho del obtentor, el anteproyecto de Ley establece el privilegio del agricultor y el derecho del fitomejorador. A su vez la excepción del mejorador se ve limitado por el concepto de variedad esencialmente derivada.

Para que una variedad sea objeto de protección deberá reunir los requisitos de novedad, distinción, homogeneidad y estabilidad y el haber recibido una denominación conforme a la Ley. El examen técnico lo realizará la autoridad de aplicación de la Ley con el asesoramiento del Comité Calificador para la Protección de Variedades Vegetales (CCPVV).

La duración del derecho otorgado al obtentor será de 25 años para perennes y de 20 años para las demás especies. La inscripción de las nuevas variedades deberá hacerse en el Registro Nacional de Variedades Protegidas que llevará El Ministerio Agropecuario y Forestal. No se establece la posibilidad de una doble protección.

Costa Rica

La Ley de Patentes de Costa Rica No. 6867 de 1983, exceptúa de la patentabilidad a las variedades vegetales y

las razas animales y los procedimientos esencialmente biológicos para su obtención.

La legislación sobre esta materia se establece someramente en el artículo 8 incisos c) y d) de la Ley de Semillas No. 6289, en los cuales se define como función de la Oficina Nacional de Semillas el establecimiento de un registro de variedades protegidas y las normas y mecanismos de control para la protección de los derechos de los obtentores de nuevas variedades.

Desde principios de 1992, esta Oficina inició un proceso de implementación de la normativa vigente en la mencionada Ley.

En principio se elaboró un reglamento borrador para normar estos dos incisos, el cual fue sometido a revisión y a un proceso de consulta que permitió hacer importantes cambios e incluso tomar la decisión de elaborar una ley especial con base en dicho reglamento, de modo que se garantizara una mejor protección a los derechos de los obtentores.

A finales de 1997 se contaba ya con un anteproyecto para la protección de obtenciones vegetales, el cual incluía aportes de los diferentes sectores involucrados e incluso las observaciones de la Secretaría General de la Unión para la Protección de las Obtenciones Vegetales.

Este anteproyecto se basó en el acta de 1991, contó con la aprobación de la Junta Directiva de la Oficina Nacional de Semillas y se hizo del conocimiento de las autoridades de Gobierno, particularmente del Ministerio de Agricultura y Ganadería y de la Asamblea Legislativa. Se considera este un proyecto con lexico y forma propia de la legislación costarricense. No sigue exactamente los enunciados de la Ley Tipo. Desafortunadamente no se le ha dado seguimiento y más bien, el Gobierno actual ha hecho circular un nuevo anteproyecto de Ley el cual es reflejo de la Ley Tipo de la UPOV y es conforme también al acta de 1991.

Según este anteproyecto corresponderá a la Oficina Nacional de Semillas la aplicación de la Ley para la Protección de Obtenciones Vegetales. El derecho del obtentor se extiende a todos los géneros y especies y la materia protegida abarca los productos de la cosecha, incluidas plantas enteras, partes de plantas, productos fabricados directamente a partir de un producto de la cosecha.

Como excepciones al Derecho del Obtentor se establecen el Privilegio del Agricultor y la Excepción del Mejorador. Esta última se ve limitada pues se establece que para otorgar protección a variedades esencialmente derivadas, se requiere la autorización del obtentor de la variedad

inicial. La duración de la protección será de 20 años para especies anuales y de 25 años para perennes.

Los requisitos para otorgar la protección serán: novedad, distinguibilidad, homogeneidad, estabilidad y que la variedad haya recibido una denominación conforme a la ley. Los exámenes de la conformidad serán realizados por la Oficina Nacional de Semillas o bajo su supervisión.

La Oficina Nacional de Semillas, entidad adscrita al Ministerio de Agricultura y Ganadería, será la entidad responsable de llevar un Registro de Solicitudes y un Registro de Derechos.

Panamá

La legislación sobre patentes de Panamá (Ley No. 35 del 10 de mayo de 1996), exceptúa del patentamiento las variedades vegetales y los procedimientos esencialmente biológicos para la obtención o reproducción de plantas, animales o sus variedades.

Las disposiciones para la protección de obtenciones vegetales de Panamá se establecen en el Título V de la ley 23 del 15 de julio de 1997, Ley mediante la cual este país se adhiere a la Organización Mundial del Comercio (OMC). Las normas que sobre la materia se establecen en esta ley son conformes al acta de 1978 de la UPOV.

Según dicha legislación corresponde a la Dirección General para el Registro de la Propiedad Industrial del Ministerio de Comercio e Industrias (DIGERPI), llevar el registro de las variedades protegidas y conceder el derecho de obtentor. Este último según la ley se extenderá a una lista de géneros y especies que se determine.

Como condiciones para la protección, se requiere que la variedad sea nueva, distinta, homogénea, estable y que haya recibido una denominación conforme a lo previsto en la ley. El examen de fondo para determinar si se cumplen los requisitos será ordenado por la DIGERPI pero llevado por la entidad capacitada para ello, que es el Instituto de investigaciones Agropecuarias de Panamá (IDIAP).

El derecho de obtentor que otorga esta Ley será aplicado a la planta completa, incluyendo todo tipo de flores, frutas o semillas y cualquier otra parte de ella que pueda ser utilizada para su multiplicación o reproducción.

El período de protección será de 20 años contados a partir de la fecha de concesión del título de protección. Para vides, árboles forestales, frutales y ornamentales será de 25 años. Se establecen como excepciones al derecho del obtentor, el privilegio del agricultor y el derecho del mejorador.

La reglamentación del Título V de la Ley 23 ya fue elaborada y sometida a consulta de la sociedad civil panameña y de la secretaría general de la UPOV a finales del año pasado y principios del presente. Se espera que sea aprobada por la Cámara Legislativa en marzo del presente año.

CONVENIO CENTROAMERICANO SOBRE PROPIEDAD INDUSTRIAL (INVENCIONES Y DISEÑOS INDUSTRIALES).

Después de conocer con algún detalle la tendencia que la protección de la propiedad intelectual de variedades de plantas está teniendo en Centroamérica, vale la pena mencionar otras iniciativas que se han venido manejando a un nivel posiblemente más político.

El Convenio Centroamericano sobre Propiedad Industrial tiene el aval de los ministros de la Región, aunque no cuenta aun con la aprobación de las correspondientes Cámaras Legislativas (Lic. Jorge Cabrera, Com. pers.).

Pretende este tratado uniformizar los criterios en materia de patentes y de diseños industriales. Llama la atención que en el mismo sólo se excluyen de la patentabilidad los procedimientos biológicos, tal como ocurren en la naturaleza, excepto los procedimientos microbiológicos.

No se establece ninguna cláusula que excluya de la patentabilidad las plantas y animales, las variedades de plantas o razas animales, ni las secuencias génicas.

No obstante en las limitaciones al derecho de patentes se establecen dos excepciones que son similares a las que se establecen al derecho del obtentor del sistema UPOV y que ya se han mencionado: el derecho del fitomejorador y el privilegio del agricultor.

Según este Convenio, se podrá utilizar material biológico protegido como base inicial para obtener nuevo material biológico viable, salvo que para obtenerlo se requiera el uso repetido del material patentado. Por otro lado establece, que un ganadero o agricultor podrán reproducir o multiplicar material de reproducción o de multiplicación animal o vegetal que esté protegido a través de una patente, siempre que se hubiera obtenido, reproducido o multiplicado en el propio predio del ganadero o agricultor.

En virtud de este Convenio entonces, los países de la región que pretenden establecer o que tengan establecidos sistemas de protección a las obtenciones vegetales basados en el sistema UPOV deberán modificarlos, de modo que permitan el patentamiento de variedades vegetales.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- Astudillo G., F. 1994. La Propiedad Intelectual y las Formas de Vida. Memorias del Taller Regional sobre Biodiversidad Amazónica.
- Cabrera M., J. Derechos de la Propiedad Intelectual y Recursos Genéticos. Diversidad Biológica.
- Cabrera M. J. 1998. Derechos de Propiedad Intelectual y Flujos de Germoplasma en Centroamérica. Universidad Autónoma de Centroamérica. Acta académica No. 22.
- Comunicado de Prensa No. 22 de la UPOV, enero de 1997
- Convenio Sobre la Diversidad Biológica. PNUMA, junio, 1992
- Ghijssen, H. 1993. La Protección de las Obtenciones Vegetales en los Países Bajos. Seminario sobre la Naturaleza y la Razón de Ser de la Protección de la Obtenciones Vegetales en Virtud del Convenio de la UPOV. San José, Costa Rica.
- Pulgar V., M. 1994. Los Derechos de Propiedad Intelectual y la Convención sobre la Diversidad Biológica. Memorias del Taller sobre Biodiversidad Amazónica.
- Sevilla P., R. Uso de la Biodiversidad y Derechos de la Propiedad Genética. Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.
- Suárez de Castro, F. 1993. Agricultura, Biotecnología y Propiedad Intelectual. San José, Costa Rica. IICA. Programa II. Generación y Transferencia de Tecnología.
- UPOV. 1991. Convenio Internacional para la Protección de las Obtenciones Vegetales. Revisión 1978.

Red Regional de semillas forestales para América Central y El Caribe (REMSEFOR)

W. Vásquez¹

¿Que es Remsefor?

REMSEFOR, es una red de coordinación e intercambio de información, servicios, productos y recursos de las empresas e instituciones relacionadas con la producción y distribución de semillas forestales en los países de América Central y el Caribe. Involucra a los actores más relevantes en la producción y comercialización de material reproductivo forestal de la región.

Organización y funcionamiento

La Red está organizada en dos niveles: el Directorio General de Miembros y la Secretaría Ejecutiva, apoyada por las Comisiones de Trabajo en cada uno de los países. Se reúne ordinariamente una vez al año, para analizar el desempeño de la Red en el período anterior y para aprobar los nuevos lineamientos y políticas de acción. Tiene sede rotativa en cada uno de los países. Muchos de los trabajos de la Red son ejecutados y/o diseminados a través de las Redes Nacionales de Consumidores o Grupos Técnicos de Trabajo, también apoyados por el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR). Hasta la fecha estos grupos nacionales no pertenecen a la REMSEFOR.

Objetivos

Fortalecer el suministro de semillas forestales de buena calidad física y genética, para mejorar la calidad y productividad de los programas de reforestación desarrollados por la iniciativa privada, el sector público y las organizaciones no gubernamentales (ONG) de los países miembros.

Objetivos específicos

Entre sus objetivos específicos están:

- Intercambiar y divulgar periódicamente información técnica y normativa sobre producción, comercialización y consumo de material productivo forestal y de las fuentes semilleras inscritas en los registros nacionales de cada país.
- Identificar los requerimientos de capacitación de personal

a diferentes niveles en lo relacionado con material productivo y mejoramiento genético forestal, así como procurar su financiamiento.

- Analizar periódicamente la oferta y demanda de semillas a nivel regional y sugerir estrategias a corto y mediano plazo para garantizar el continuo abastecimiento.
- Acordar y estandarizar metodologías para el cálculo correcto de los costos de producción de material productivo forestal.
- Aunar esfuerzos entre la iniciativa privada, las instituciones gubernamentales y las universidades para identificar vacíos y/o necesidades tecnológicas y proponer proyectos de investigación básica y aplicada para su solución.
- Promover y acordar principios comunes para implementar o establecer procedimientos similares en el proceso de certificación de semillas forestales en la región.
- Analizar y proponer mecanismos de sostenibilidad para la Red y para los bancos de semillas forestales.

Financiamiento de la Red

Para llevar a cabo sus planes de trabajo, la REMSEFOR cuenta con el apoyo financiero y técnico del PROSEFOR del CATIE, quien a través del gobierno Danés, apoyará las acciones que se programen con la iniciativa e interés de los miembros hasta junio del año 2001.

Areas de trabajo de REMSEFOR

En su diario quehacer REMSEFOR contempla seis componentes principales

Promoción de las actividades de la Red

Bajo este componente se pretende dar a conocer la Red a través de notas técnicas, revistas, entrevistas y con participación en foros, congresos y otras actividades forestales.

Capacitación de los miembros de la Red

Bajo este componente se pretende identificar las necesidades de capacitación de los miembros de la Red. Hasta la fecha se han identificado dos cursos; uno sobre Gerencia y otro sobre Mercadeo para Bancos de Semillas

¹ Secretario Ejecutivo, REMSEFOR y Jefe del Banco de Semillas Forestales, CATIE.

Forestales. El primero se realizó durante febrero de 1999 en Antigua, Guatemala y el segundo se llevará a cabo en el segundo trimestre del año 2000.

Promover la Comercialización de Semillas Forestales

Para lograr mejorar la comercialización de semillas forestales, se han planificado una serie de trabajos como la elaboración de encuestas de necesidades de semillas, listados de existencias, directorios de compradores y la creación de bases de datos. Para finales de 1998, esta actividad fue fortalecida con la elaboración de un Estudio de Mercado que realizó PROSEFOR, el cual hace aportes importantes en este campo.

Lograr la sostenibilidad de la Red

Con el fin de lograr la estabilidad de la Red, se buscan mecanismos que permitan la sostenibilidad a largo plazo. Dentro de esta línea se estudian diversas alternativas como la venta de productos y servicios, membrecías, y la elaboración de perfiles de proyecto, individuales o en conjunto con otras redes de semillas. En este último punto, con la Red Andina de Bancos de Semillas Forestales (RASEFOR) ya se tiene un perfil de proyecto, "Fortalecimiento de las Redes de Semillas Forestales de Latinoamérica", cuyo fin último es la integración de ambas redes para mejorar la calidad y productividad de las plantaciones forestales en América Latina.

Investigaciones en temas de interés

Con la identificación de las principales necesidades de investigación y el apoyo de las Comisiones de Trabajo, se pretende resolver problemas concretos en la producción y manejo de semillas de especies forestales de interés. Actualmente se cuenta con recursos para apoyar tesis interesados en los temas de investigación.

Intercambio de Información

Con el fin de mantener informados a los miembros de la Red se desarrollan varias actividades de intercambio de información valiosa para cada miembro, como la confección de bases de datos bibliográficas, intercambio de publicaciones, inscripción de los miembros en revistas de interés y otras informaciones de actualidad.

Principales logros de la Red

Hasta la fecha se han producido diversas publicaciones entre las que se destacan: Seis Notas Divulgativas y el Noticiero REMSEFOR como órgano oficial de la Red, el Directorio de Miembros de la Red, el Listado de Usuarios de Semillas Forestales a nivel nacional, un documento sobre "Necesidades de Investigación en Semillas Forestales",

otro documento sobre "Requisitos para la Importación y Exportación de Semillas" en los países miembros. Se logró a través del PROSEFOR la confección de una base de datos de semillas disponibles en INTERNET (www.catie.ac.cr/proyectos/prosefor/base/base.htm), en la cual se ofrece información sobre semillas de todos los miembros. Además de estos documentos y bases de datos, los miembros de la Red han recibido más de 40 publicaciones gratuitas referentes a varios temas de interés, incluyendo libros, revistas, catálogos y bases de datos de semillas como la DBATTS del Kew Garden de Inglaterra, la Seed Storage Behavior Compendium del IPGRI - FAO, las cuales tienen información de más de 7000 especies.

En capacitación todos los miembros de la Red participaron en el Curso de Gerencia de Bancos de Semillas Forestales realizado en Antigua, Guatemala en Febrero de 1999 y cuentan con un Manual de Gerencia de Bancos de Semillas Forestales de más de 200 páginas con los aspectos más relevantes para la Administración de Bancos.

Miembros de la Red

Actualmente la Red está conformada por doce miembros: compañía privada AGROSELVA, Instituto de Ciencia y Tecnología Agrícola (ICTA) y el Banco de Semillas Forestales (BANSEFOR) del Instituto Nacional de Bosques (INAB) de Guatemala; el Banco de Semillas Forestales (BASE) de ESNACIFOR y la compañía privada SETRO S. de R.L de Honduras; el Centro de Desarrollo Forestal (CEDEFOR) de la Dirección General de Recursos Naturales Renovables (DGRNR) de El Salvador, el Centro de Mejoramiento Genético y Banco de Semillas Forestales (CMG & BSF) de Nicaragua, el Banco de Semillas Forestales (BSF) del CATIE, el Laboratorio de Semillas Forestales (LSF) del Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR) y el Centro Agrícola Cantonal de Hojanca (CACH) de Costa Rica, el Banco de Semillas Forestales de la Autoridad Nacional del Ambiente (ANAM) de Panamá y el Banco de Semillas Forestales (BASEFOR) de la Dirección General de Recursos Forestales (DGF) de República Dominicana. En el Anexo se presentan las direcciones de cada uno de los actuales miembros. Además, se cuenta con un estatuto de afiliación con el cual se pretende invitar a otras instituciones públicas y privadas del sector forestal de cada país, involucrados en la producción y distribución de semillas forestales en la Región, para consolidar la Red.

Cuadro 1. Miembros de la Red Regional de Semillas Forestales para América Central y el Caribe (REMSEFOR)

#	NOMBRE DE LA INSTITUCION /BANCO	GERENTE O DIRECTOR	REPRESENTANTE/ RED	DIRECCION DE LA INSTITUCION	TEL:	FAX	EMAIL
1-	AGROSELVA	José A. Lewald	José A. Lewald	10° calle 1-22 zona 1, Guatemala	(502) 232-6125 251-5247	253-6491	
2-	CATIE-BANCO DE SEMILLAS FORESTALES	Rubén Guevara	William Vásquez	CATIE 7170-137 Turrialba, Costa Rica	(506) 556-1933 556-6431	556-7766 556-1533	wvasquez@catie.ac.cr bsf@catie.ac.cr
3-	CENTRO AGRICOLA CANTONAL DE HOJANCHA	Dimas Rojas Fonseca	Gabriela Barrantes	400 metros sur y 50 oeste del Banco Nacional de Costa Rica. Hojancha, Guanacaste, Costa Rica	(506) 659-9120 659-9119 659-9127	6599120	catchoj@sol.racsa.co.cr
4-	DIRECCION GENERAL FORESTAL (DGF) BASEFOR	Radhamés Loya Salcedo	Yoni Rodríguez	Centro de los Héroes, Santo Domingo, República Dominicana	(809) 533-5183 533-5188	533-9039	
5-	DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES (DGRNR) CEDEFOR	Julio Otano	Juan A. Salinas	Cantón El Mazazo, Soyapango, San Salvador. El Salvador o Banco de Semillas, CEDEFOR San Andrés, La Libertad	(503) 294-4572 338-4291	294-4572 338-4291	
6-	BASE-ESNACIFOR-BANCO DE SEMILLAS FORESTALES	Manuel Hernández	Oscar Leverón	Apartado Postal No. 2 ESNACIFOR, Siguatepeque, Honduras	(504) 773-0311 773-0018 773-0907	773-0300 773-0698	oleveron@ebm.hn esnabese@stnbn.org.hn
7-	INSTITUTO DE CIENCIAS Y TECNOLOGIAS AGRICOLA	Jorge Werner Schmook Rivalan	Jorge Castiglione	Km 21-5 Carretera Amatlán, Bárcenas Villanueva, Guatemala	(502) 631-2002 631-2009	631-2002	icta@micro.com.gt
8-	INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (INAB-BANSEFOR)	Claudio Cabrera	Julio López	7° avenida 6-80 zona 13, Guatemala, Guatemala	(502) 472-0736	472-0736	bansfor@quik.guate.com
9-	AUTORIDAD NACIONAL DEL AMBIENTE (ANAM) BANCO DE SEMILLAS FORESTALES	Mirei Endara	Carlos Ramirez	Banco de Semillas Forestales. ANAM, Río Hato-Cocké, República de Panamá	(507) 993-3569 993-3585	993-3366 232-5751	cedeso@sinfo.net
10-	LABORATORIO DE SEMILLAS FORESTALES. INSTITUTO TECNOLOGICO DE COSTA RICA	Alejandro Cruz	Lucía Rodríguez	Sede Regional, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Apartado 223-4400, Ciudad Quesada, Alajuela, Costa Rica	(506) 475-5101	475-5101	
11-	MINISTERIO DE RECURSOS NATURALES Y DEL AMBIENTE (MARENA) - CMG & BSF	Roberto Stadhagen	Denis Diaz Alfaro	GMG & BSF Apdo. 630 Km. 79 carretera Managua - León, Nicaragua	(505) 311-6579 311-3869	311-6578 311-3713	smgsbf@mx.com.ni
12-	SEMILLAS TROPICALES S. De R.L. (SETRO S. de R. L.)	Oscar Ochoa	Oscar Ochoa	Apdo. 116, Residencial Los Angeles, Siguatepeque, Honduras	(504) 773-4827	773-07-67	setro@hondutel.hn

Situación actual del sector forestal en la República Dominicana

*Bernabé Mañón R.,
Ramón Díaz B.,
Gilberto Gómez¹*

INTRODUCCION

A pesar de los esfuerzos realizados durante los últimos treinta años en la República Dominicana, tanto por las autoridades gubernamentales como por la llamada sociedad civil (ONG's, empresarios, grupos de base, organismos internacionales, entre otros) por mejorar la situación forestal, existen indicios de que se ha logrado avanzar muy poco en la búsqueda del verdadero desarrollo forestal nacional.

El último inventario forestal nacional data de 1973, razón por la cual la mayoría de las cifras que se reportan proceden de estimaciones aproximadas. En ese sentido, la Comisión Nacional Técnica Forestal está tratando de conseguir apoyo internacional, para realizar un inventario forestal que permita establecer objetivamente la situación actual de los recursos forestales del país.

En este documento se presenta la situación forestal del país con base en la literatura existente, así como en informes internos de las instituciones públicas y privadas relacionadas con las actividades forestales en la República Dominicana.

EVOLUCION DEL SECTOR FORESTAL DE LA REPÚBLICA DOMINICANA

A la llegada de los españoles en 1492, prácticamente la totalidad de lo que es hoy el territorio dominicano estaba cubierto de una exuberante vegetación arbórea y durante toda la época de la colonia los bosques dominicanos constituyeron fuente de suministro de madera preciosa para Europa, principalmente para España.

Durante la primera etapa de la Era Republicana y

posteriormente durante la etapa conocida como la Dictadura de Trujillo (1930-1961), los bosques fueron sometidos a una sobreexplotación por el propio dictador como por funcionarios y allegados a su gobierno. Se puede afirmar que muchas de las grandes fortunas que ostentan las familias mas acaudaladas del país tuvieron su origen en los recursos del bosque dominicano. Hasta la década de 1940, la deforestación era considerada como necesaria para el progreso de la civilización y para la práctica de la agricultura moderna.

En 1962 y en el marco de los aires democráticos que vivía el país tras el ajusticiamiento de Trujillo en mayo de 1961, se promulgó la Ley 5856 sobre Conservación Forestal y Arboles Frutales, aún vigente, que pretendía controlar la sobreexplotación a que estaban sometidos los bosques, pero su tala continuó incrementándose como consecuencia de la gran cantidad de aserraderos que existían (alrededor de 160) en el país en esa época.

En 1967 ocurrieron tres acontecimientos de gran trascendencia que desde entonces se han convertido en referencia obligada para todos los escritos sobre el sector forestal dominicano.

1. Un estudio de los recursos naturales realizado por la Organización de Estados Americanos (OEA), que estableció que el país no es " eminentemente agrícola" sino mayoritariamente de vocación forestal con un 67% de su territorio. De igual manera ese estudio concluyó que la ley forestal 5856 de 1962 era inadecuada y que solo el 11.7% del territorio nacional estaba cubierto de bosques.
2. El Poder Ejecutivo decreta el cierre de todos los aserraderos.
3. El Congreso Nacional aprueba la Ley 206 que adscribe la Dirección General Forestal a la Secretaría de Estado de las Fuerzas Armadas.

¹ Presidente, Secretario ejecutivo y Director Técnico de la Comisión Nacional Técnica Forestal, respectivamente. Rep. Dominicana.

En 1968 se inicia el primer estudio detallado sobre los recursos forestales del país, el cual incluyó el único inventario forestal nacional realizado hasta la fecha y cuyos resultados se dieron a conocer en 1973. En el marco de este proyecto fueron establecidas las primeras plantaciones forestales y se creó la Escuela Nacional Forestal de Jarabacoa.

En 1974 se promulga la Ley 67 que crea la Dirección Nacional de Parques, pasando la responsabilidad de los bosques protegidos a esta nueva institución.

En 1979 se inicia el Plan de Desarrollo de la Sierra (Plan Sierra) de la Secretaría de Estado de Agricultura, el cual incluía algunas actividades de reforestación.

En 1980-81 se publican dos estudios de importancia relacionados con los recursos forestales, los cuales vuelven a llamar la atención sobre el deterioro de dichos recursos. Estos estudios fueron el "Perfil Ambiental del País" publicado por la Agencia Internacional para el Desarrollo de los Estados Unidos (AID) y "CRIES".

Como resultado de estos estudios en 1982 se aprueba la Ley 705 que ordena nuevamente el cierre de los aserraderos y crea la Comisión Nacional Técnica Forestal como organismo colegiado con la responsabilidad de definir la política forestal del país.

En 1983 el Plan Sierra inicia el primer Plan de Manejo Forestal del país en La Celestina (San Jose de Las Matas).

En 1985, mediante la Resolución No. 258, el Congreso Nacional aprueba el "Plan Nacional de Ordenamiento Forestal", el cual nunca se puso en ejecución. En ese mismo año se promulga la Ley 290 que exonera el pago de impuestos por un valor equivalente al 90% de la inversión en reforestación y otras actividades forestales.

En 1987 es elaborado el Plan de Acción Forestal Tropical para la República Dominicana, el cual fue aprobado por el Pleno de la CONATEF en 1990, y por problemas institucionales y la falta de financiamiento tampoco ha sido ejecutado hasta la fecha.

En 1992 es aprobado el Código Tributario, el cual elimina a partir de 1993 los incentivos fiscales contemplados en la Ley 290 de 1985.

En 1997 se inicia el Plan Nacional Quisqueya Verde como parte de la política forestal del nuevo gobierno de la República Dominicana que se inició en agosto de 1996. El Plan fue diseñado esencialmente como un ente coordinador de las instituciones estatales relacionadas con

el sector forestal, con el fin de incorporar la sociedad civil a la reforestación del país.

ZONAS DE VIDA

De todas las islas mayores y menores de las Antillas, La Española tiene quizás la más grande variedad de ambientes. El Pico Duarte, el punto más alto (3,087 msnm) y el Lago Enriquillo, el punto más bajo (40 metros debajo del nivel del mar). Las diferencias climáticas que se dan en el país son impresionantes para una extensión de tierra tan limitada (48,442 km²).

En la República Dominicana existen nueve zonas de vida (Cuadro 1) y seis zonas de transición, con dos zonas de vida de las tierras bajas que cubren el 68% del país. En el suroeste y el noroeste se dan condiciones secas, casi desérticas, mientras que en las regiones montañosas de las partes central y norte existen áreas de alta precipitación.

La diversidad biológica de La Española se refleja en su gran riqueza florística; con certeza contiene la flora más rica de las Antillas. Se estima que aproximadamente un 36% de las 5,600 especies de flora que posee la isla son endémicas.

Cuadro 1. Zonas de Vida en República Dominicana

Zona de vida	Area (km ²)	Area (%)
1. Monte espinoso subtropical	1,001	2.08
2. Bosque Seco subtropical	9,962	20.72
3. Bosque húmedo subtropical	22,794	47.42
4. Bosque muy húmedo subtropical	6,834	14.22
5. Bosque pluvial subtropical	56	0.12
6. Bosque húmedo montano bajo	3,480	7.24
7. Bosque muy húmedo montano bajo	3,577	7.44
8. Bosque pluvial montano bajo	36	0.08
9. Bosque muy húmedo montano	303	0.63

TERRENOS FORESTALES

La República Dominicana posee un gran potencial forestal debido al excelente clima y a su privilegiada ubicación geográfica, condiciones que son favorables para desarrollar una industria forestal sostenible basada en el manejo y aprovechamiento racional de los bosques naturales y de las plantaciones existentes, lo cual contribuye a rescatar los bosques deteriorados, aumentar el potencial de crecimiento y a crear fuentes de empleo.

Estudios realizados por la Organización de Estados Americanos (OEA) en 1966, establecieron que aproximadamente el 67% del territorio nacional de la

República Dominicana (3,197,400 ha) tenían vocación preferentemente forestal y de éstas 629,000 ha estaban cubiertas con bosques de coníferas y latifoliadas (Cuadro 2.)

Cuadro 2. Capacidad de uso de la tierra de la República Dominicana según el sistema de clasificación del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos.

CLASE	AREA (1,000 ha)	Total (%)
I	53.7	1.1
II	235.0	4.9
III	312.0	6.6
IV	363.9	7.7
V	607.1	12.7
VI	561.1	11.8
VII	2,516.1	52.7
VIII	120.2	2.5
TOTAL	4,769.1	100

COBERTURA FORESTAL

La cobertura vegetal boscosa del país ha sido evaluada en varias ocasiones, iniciándose en 1967. Los dos estudios forestales realizados por la OEA (1967) y la FAO (1973) son contradictorios entre sí, lo cual se puede explicar por el uso de metodologías diferentes. El estudio de la OEA determinó que había 5,570 km² de bosques de especies comerciales; en tanto que el de la FAO clasificó como bosques casi el doble del área que había estimado la OEA. La cifra de FAO que cita 3,350 km² de bosques no perturbados es alrededor de un 40% menor que el área de bosques comerciales calculada por la OEA (Cuadro 3).

- El estudio de la OEA utilizó fotografías aéreas pancromáticas a escala 1:60000 tomadas en 1958-59;
- El estudio de FAO es el único estudio pormenorizado de la superficie forestal con base en fotografías aéreas tomadas para estos fines en 1966-68 y complementadas con muestreo de campo.

Cuadro 3. Superficie comparativa de vegetación leñosa en R.D. según diversas fuentes (1,000 ha)

Tipo de bosque	OEA (1967)	FAO (1973)	CRIES (1980)	FAO (1981)	DIRENA (1998)
Latifoliadas	258.0	761.9	651.8	444.0	630.6
Coníferas	215.5	196.2	31.1	185.0	302.5
Mixtos y otros	83.5	138.5	-	321.0	393.4
TOTAL	557.0	1,096.6	682.9	950.0	1326.7
% del país	11.7	22.9	14.3	19.6	27.52

- El estudio de CRIES se refiere a cobertura vegetal (no considera los bosques con cobertura de copas menor del 75%)
- La estimación de FAO (1981) representa la tasa de deforestación estimada para la década.
- El estudio de DIRENA (1998) utilizó imágenes impresas Landsat TM a escala 1:100000 y 1:250000 del año 1989, 1992 y 1996 y fotografías aéreas a escala 1:40000 de 1983-84. Los tipos de vegetación se delimitaron conforme a su estructura o fisonomía, identificables en las imágenes y fotografías aéreas en base a color, tono, textura y valores espectrales. Posteriormente, la descripción fue complementada con aspectos florísticos, ambientales u otro elemento fisonómico en la realización del muestreo de campo.

AREAS PROTEGIDAS

Hasta 1998 las áreas silvestres protegidas cubrían una superficie cercana a los 9045 km², que representa el 18.7% del país, dividido en las siguientes categorías: 32 parques nacionales, 4 reservas científicas, 2 parques históricos y una vista panorámica. Cerca del 70% del bosque denso con que cuenta el país se ubica dentro de los parques nacionales o reservas forestales.

PLANTACIONES FORESTALES

La silvicultura de plantaciones en la República Dominicana, hasta el momento, ha sido desarrollada en forma inadecuada. Se está subutilizando la posibilidad de desarrollo rural a través del sector forestal, el cual debiera además contribuir a aliviar la presión sobre la balanza de pagos, ya sea por sustitución de importaciones o por la exportación de productos forestales.

Las primeras plantaciones forestales de tamaño significativo se iniciaron en 1969 por la Dirección General Forestal, con el propósito de protección y producción y hasta 1980 fueron realizadas principalmente por el sector gubernamental.

- Según el Plan de Acción Forestal (PAFRD 1991) hasta 1984 la superficie total reforestada era de 6177 ha.
- Hasta la fecha se han plantado alrededor de 35000 ha, de las cuales 10 mil han sido establecidas en los dos últimos años (1997-99), pero debido entre otras cosas al aprovechamiento y a la ocurrencia del huracán Georges, el área cubierta por plantaciones forestales se estima que esta por debajo de las 30000 ha actualmente.

Las especies que son plantadas más comúnmente son pino criollo (*Pinus occidentalis*) para altitudes superiores a los 1,000 msnm y pino hondureño (*Pinus caribaea* var. *hondurensis*) y *Acacia mangium* para altitudes por debajo de los 1000 msnm.

SEMILLAS FORESTALES Y MEJORAMIENTO GENETICO FORESTAL

La República Dominicana ha avanzado en las técnicas de producción de plántulas en viveros, pero la producción de germoplasma necesario se ha quedado un tanto rezagada (Cuadro 4).

Hasta 1993, salvo algunas excepciones, la recolección de semillas se hacía sin tomar en cuenta sus fuentes. A partir de ese año con la cooperación del PROSEFOR, se crea el Banco de Semillas de la DGF y se inicia la selección y registros de fuentes semilleras en el país. Para 1996 existían 19 fuentes semilleras registradas de cuatro especies distintas

(*Pinus caribaea*, *Pinus occidentalis*, *Callophylum calaba* y *Acacia mangium*). Algunas de esas fuentes han desaparecido y otras han sido agregadas a la lista. El huracán Georges ocurrido en septiembre de 1998 afectó algunas de las áreas semilleras para la producción correspondiente al año 1999. Tanto el Plan Nacional Quisqueya Verde como el Plan Sierra se han visto en la necesidad de importar semillas de Cuba y América Central, para cumplir con las metas de producción de plantas para este año.

PRODUCCION Y CONSUMO DE PRODUCTOS FORESTALES

CARBON. El consumo de productos forestales en la República Dominicana, dominado ampliamente por el carbón y la leña hasta fines de la década de los '80 y principios de los '90, ha cambiado drásticamente en los últimos años, hasta situarse en un nivel de utilización muy bajo por parte de la población dominicana de esta fuente de energía.

En 1986 el consumo de leña y carbón fue estimado en 3 millones de m³ por año, y se proyectaba en 4.3 millones para el año 2,000. Sin embargo, las cifras registradas por la DGF muestran una disminución significativa en la producción y comercialización del carbón. Recientemente y en adición a lo anterior, la Federación de Productores de Bosque Seco del Sur (FEPROBOSUR), que aglutina cerca del 50% de los productores de carbón del país y ejecuta 9

Cuadro 4. Capacidad de producción de los principales viveros de instituciones estatales y ONG's.

INSTITUCION	CAPACIDAD DE PRODUCCION
DIRECCION GENERAL FORESTAL*	10132000
INDRHI	300000
PRODAS	3000000
PROLINO	500000
ENDA CARIBE	400000
FLORESTA	250000
ARBOLITOS S.A.	6000000
ARBODOM	1000000
LOMA GRANDE	500000
ISA	300000
FUNDACION PROGRESSIO	100000
RAUL MARTINEZ	250000
PLAN SIERRA	2500000
PLAN CORDILLERA	500000
JARDIN BOTANICO	1000000
OTRAS ONG's	500000
TOTAL	27,232,000

* El 56% de la capacidad de producción de los viveros de la DGF es en el sistema de raíz dirigida en 8 viveros; en tanto que el 44% de la capacidad de producción corresponde a otros viveros cuya producción corresponde al sistema tradicional de bolsas.

Cuadro 5. Producción de carbón (sacos de 75 lbs) en la República Dominicana en el período 1988 - 1998

1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
662,066	573,118	475,128	96,639	58,289	57,655	64,638	48,795	38,297	33,625	27,290

Fuente: Memorias anuales de la DGF.

planes de manejo de bosque seco aprobados por la CONATEF, ha solicitado permiso de exportación de carbón hacia Haití, como resultado del escaso mercado de este combustible en la República Dominicana (Cuadro 5).

MADERA ASERRADA

La República Dominicana invierte alrededor de US\$150 millones anualmente en importaciones de madera aserrada y otros derivados del bosque. El nivel de importación de productos del bosque aumenta en la medida que crece la población y la demanda de productos forestales para la construcción. Esta situación contribuye a aumentar el déficit de divisas que mantiene la nación y agrava la situación de la economía en general.

El consumo promedio de materia prima para la producción de madera aserrada para los años 1980 - 1984 fue de 252,000 m³; en tanto que el período 1994-1997 fue de 560,000 m³ de madera rolliza. Se estima que la demanda actual de madera aserrada se ha duplicado alcanzando la cantidad de 600,000 m³ anualmente.

La mayor parte de las necesidades de productos de madera para el consumo interno se abastece con importaciones. Las importaciones se realizan en forma de madera en rollo, madera aserrada, tableros de madera, pulpa de madera, papel y cartón.

ASPECTO INSTITUCIONAL

Sector gubernamental. Las decisiones del Estado respecto al manejo del recurso forestal son tomadas por más de un organismo estatal como son la Dirección General Forestal, Comisión Nacional Técnica Forestal, la Dirección Nacional de Parques, el Instituto Nacional de Desarrollo de los Recursos Hidráulicos, el Plan Nacional de Quisqueya Verde, la Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales, entre otras.

La capacidad de las instituciones del gobierno para enfrentar adecuadamente los problemas del sector es muy reducida. Entre las restricciones más relevantes están:

- Baja prioridad del sector
- Marco presupuestario (0.3% del Presup. Nal. - mayoría en salarios)
- Escasa capacidad técnica (personal técnico calificado insuficiente)
- Incertidumbre institucional (rotación del personal)
- Escasa coordinación institucional
- Carencia de información (estadísticas forestales)
- Ausencia de un servicio de extensión forestal

Organizaciones no gubernamentales (ONG's). En la República Dominicana existen numerosas ONG's que se dedican a las actividades forestales y los medios de comunicación desarrollan una constante campaña a favor

Cuadro 6. Importación de madera en el período de 1994-1997.

Especie	1994		1995		1996		1997	
	Volumen (pie tablar)	Valor (US\$)	Volumen (pie tablar)	Valor (US\$)	Volumen (pie tablar)	Valor (US\$)	Volumen (pie tablar)	Valor (US\$)
Pino americano+chileno	96628941	29732257	106671761	38518832	111693171	42911955	109617124	40647639
Otras coníferas	280483	674887	238582	677684	217632	679083	209728	258296
Otras latifoliadas	4656	4909	13049	9507	17246	11806	523939	569987
Caoba	7867076	6930376	10918740	11403862	12444572	13640605	14794119	14519078
Cedro	457084	410267	673688	678005	781990	811874	1923060	1686385
TOTAL	106238240	37752696	118616820	51287890	125184611	58056323	127067970	57681385

Fuente: Elaboración con base en informes del Banco Central.

de la conservación de los bosques y del medio ambiente que refleja, a su vez, la sensibilidad de la población a los problemas de conservación de los recursos naturales.

- Fundaciones
- Asociaciones de desarrollo provincial
- Asociaciones conservacionistas
- Empresas de fomento forestal
- Empresas consultoras

POLITICA Y LEGISLACION FORESTAL

Más de 120 instrumentos legales han sido creados desde que Gregorio Billini estableciera el primero en el siglo pasado (1884). El análisis de la legislación forestal conduce al planteamiento de que el Estado Dominicano, ha orientado su política única y exclusivamente a la protección de estos recursos, y aunque en algunas de ellas el espíritu no ha sido ese, pero en gran medida es lo que ha ocurrido en la práctica.

La política forestal actual ha hecho énfasis en el cumplimiento de las leyes forestales. El cambio de bosque natural a otro uso está limitado a las áreas con vocación agrícola bien definida, se permite el aprovechamiento de los bosques naturales y plantados si se asegura su permanencia a través de la ejecución de un plan de manejo forestal. Las medidas de control son más liberales en el caso de las plantaciones.

Recientemente la Comisión Nacional Técnica Forestal y Subsecretaría de Estado de Recursos Naturales, con el auspicio de la GTZ de Alemania, realizaron una evaluación de los planes de manejo y se preparan las "Normas técnicas para la formulación, ejecución y evaluación de los planes de manejo forestal".

Los incentivos a la inversión forestal han sido ineficaces para atraer al sector privado empresarial y estimularlo al manejo sostenible del bosque. Las plantaciones industriales requieren de reglas claras y una correcta aplicación de leyes forestales. Además, es necesario cambiar la actitud policial y represiva del Estado hacia una que incentive la inversión productiva no sólo de grandes empresarios sino también de los medianos y pequeños productores.

EDUCACION E INVESTIGACION FORESTAL

El país cuenta con personal profesional y técnico en el campo forestal, en número y calidad, insuficiente. Asimismo, en todos los niveles, la carencia más fuerte es la falta de formación en las ciencias sociales, económicas y de extensión forestal. La investigación forestal es, en general, escasa. No se ha generado el dominio a escala semicomercial de los paquetes tecnológicos de las principales especies promisorias. Algunas instituciones de carácter privado, como las universidades y el Plan Sierra, realizan algunas actividades de investigación forestal.

PERSPECTIVAS DEL SECTOR

Las perspectivas del sector forestal dominicano se centran actualmente en la aprobación del Proyecto de Ley Forestal que cursa en el Congreso Nacional, pendiente de ser conocido por el Senado de la República, luego de ser aprobado en su última legislatura por la Cámara de Diputados.

La propuesta de la nueva ley tiene, al menos, dos méritos importantes: 1) Unifica las disposiciones legales vigentes que norman las actividades forestales del país; y 2) Crea un nuevo marco institucional para el sector forestal.

La importancia de la unificación de las disposiciones legales radica en que simplifica su entendimiento por parte de la población facilitando así su aplicación. En cuanto a la modificación del marco institucional quizás, sea el principal beneficio del Proyecto de Ley Forestal citado.

Ya en 1982 se había realizado un intento importante en este sentido con la promulgación de la Ley 705 que creó la CONATEF. Sin embargo, los resultados no han sido los esperados porque a medida que se aumenta el número de instituciones con autoridad sobre un mismo aspecto de la vida de un país, así mismo se aumentan las competencias y lucha de intereses entre ellas, lo cual conduce, salvo raras excepciones, a una ineficacia de las acciones implementadas.

Cuando se analiza la causa por ejemplo de la no implementación de programas tan importantes como el Plan de Ordenamiento Forestal de 1984 o el Plan de Acción Forestal para la República Dominicana, puede establecerse una correlación importante entre la estructura institucional del sector forestal y la falta de acción a la hora de poner en práctica los planes elaborados. Por supuesto que esto no significa que se obvie la importancia de los recursos financieros que se requieren para llevar a cabo las acciones propuestas.

BIBLIOGRAFIA

CRIS (Comprehensive Resource Inventory and Evaluation System). 1981. A National Forest Management Plan for the Dominican Republic. Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (A.I.D.).

Hartshorn *et al.* 1981. La República Dominicana: Perfil Ambiental del país. Agencia para el Desarrollo Internacional de los Estados Unidos (AID).

Informe Nacional. 1991. Conferencia Mundial de las Naciones Unidas sobre Medio Ambiente y Desarrollo. Brasil '92. Santo Domingo.

Memorias anuales de la Dirección General Forestal 1988-1997.

Morel, M. 1984. Situación forestal en la República Dominicana. Fundación Progressio. Santo Domingo. 77p.

Peña, M y Tolentino, L. 1998. Inventario de la vegetación y uso de la tierra de la República Dominicana. Jardín Botánico Nacional. Santo Domingo. Revista Moscosoa 10: 179-203

Plan de Acción Forestal de la República Dominicana. 1991. Comisión Nacional Técnica Forestal y la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. 101p.

II Simposio Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina

Resultados y conclusiones

Francisco Mesén¹

Uno de los insumos más importantes para asegurar el éxito de las plantaciones forestales, es el uso de semillas, genética y fisiológicamente mejoradas, lo cual exige un largo proceso de investigación, desarrollo, divulgación y transferencia de tecnología. Con el objetivo de dar a conocer los avances técnicos y científicos obtenidos en este campo después del I Simposio realizado en Managua, Nicaragua de 1995, el Proyecto de Semillas Forestales que ejecuta el CATIE en América Central y República Dominicana, con el apoyo económico de Danida y el respaldo de IUFRO, realizó este II Simposio sobre Avances en la Producción de Semillas Forestales en América Latina, en Santo Domingo, República Dominicana, del 18 al 22 de octubre de 1999. Colaboraron en este Simposio, la Dirección General Forestal, la Oficina Regional del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA) y el Programa Nacional Quisqueya Verde de la República Dominicana.

Participaron más de 80 personas de 17 países, y hubo un total de 55 presentaciones. El evento estuvo orientado principalmente hacia los siguientes temas:

- Fenología de especies forestales
- Producción de semillas y mejoramiento genético
- Recolección y manejo de semillas
- Estudios de germinación y almacenamiento de semillas
- Análisis del sector productor y consumidor de semillas forestales

- En el área de la **fenología** se destaca que, junto a investigaciones con especies 'tradicionales', se presentó una serie de informes sobre especies menos conocidas y no exclusivamente de uso forestal, algunas de las cuales se encuentran amenazadas. Estas investigaciones son de gran relevancia para apoyar los esfuerzos de conservación y uso de especies tales como: *Virola surinamensis* en Brasil, *Psidium caudatum* en Venezuela, *Pinus catarinae* en México, *P. ponderosa* en Argentina y *Magnolia cubensis*

spp. *acunae* en Cuba, así como un número amplio de especies prioritarias de Honduras y de especies del bosque tropical húmedo de Costa Rica. Los estudios fenológicos evidencian la necesidad de utilizar un número representativo de individuos para evitar conclusiones sesgadas debidas al uso de unos pocos individuos atípicos. Es necesario también realizar observaciones durante varios años, para obtener una valoración confiable del evento en vez de una manifestación anormal influenciada por un extremo climático de algún año en particular. Se debería realizar un esfuerzo por complementar los estudios fenológicos con estudios más completos de biología de la floración y sistemas de cruzamiento, los cuales pueden apoyar de una mejor manera los trabajos de conservación y mejoramiento genético.

- En el área del **mejoramiento genético** se observan importantes esfuerzos en varios países para la producción de semilla mejorada de las especies prioritarias, incluyendo *Schizolobium parahybum* en Colombia; *Alnus acuminata*, *Gmelina arborea*, *Tectona grandis*, *Swietenia macrophylla*, *Vochysia guatemalensis* y varias especies de altura en Costa Rica; *Pinus caribaea* var. *caribaea* en Cuba y *Pinus occidentalis* en la República Dominicana. También se destacan los trabajos con varias especies de *Pinus* en México, incluyendo *P. maximartinezii*, especie endémica y de ocurrencia muy restringida. Se presentó también un ejemplo interesante de producción de semilla de especies agroforestales en la Amazonía Peruana mediante la domesticación participativa con agricultores organizados. Dentro de esta sección se discutieron las ventajas y desventajas de varios diseños experimentales utilizados en los ensayos y los huertos semilleros. No existe un diseño único que sea el mejor para todas las situaciones, y afortunadamente existen varias opciones apropiadas para diferentes objetivos. La elección dependerá justamente de los objetivos del ensayo, así como de las características del terreno y de la disponibilidad de materiales.

- Se identificaron avances importantes en las investigaciones tradicionales sobre recolección, almacenamiento y germinación de semillas, con más de 50 especies en Panamá, 20 especies nativas de

¹ Genetista Forestal, PROSEFOR- CATIE

Honduras, ocho especies en Costa Rica y tres especies endémicas de la República Dominicana. Se presentaron estudios más específicos sobre almacenamiento de *Alnus acuminata* en Costa Rica y *Araucaria angustifolia* en Argentina, tratamientos pregerminativos en *Juglans neotropica* y *Pinus patula* en Colombia y de *Magnolia cubensis* en Cuba. Se expuso además un informe sobre microorganismos asociados a semillas de varias especies en Costa Rica, algunos de los cuales son considerados como un problema potencial durante los procesos de germinación y desarrollo de la plántula. El conjunto de estos trabajos aporta información valiosa que contribuye a mejorar el manejo de las semillas y a conservarlas en una condición fisiológica óptima hasta su utilización en el vivero.

-Se analizaron varios estudios sobre el **sector productor y consumidor** de semillas forestales, los cuales representan el termómetro que permite planear de mejor manera el accionar de los bancos de semilla y el desarrollo de los programas semilleros, para ajustarlos al ritmo cambiante del mercado de las semillas forestales y los programas de reforestación. Las redes existentes de bancos de semillas deben seguir recibiendo el apoyo para

fomentar el intercambio de información y materiales, así como para ampliar los mercados y lograr superar de mejor manera los vaivenes locales de oferta y demanda de las semillas forestales. En esta línea, cabe mencionar los esfuerzos del Proyecto de Semillas Forestales y Banco de Semillas del CATIE para la creación de las bases de datos sobre fuentes semilleras y disponibilidad de semillas en los bancos regionales, las cuales pueden ser accesadas por Internet y contribuyen precisamente a abrir y ampliar los mercados de semillas.

Se considera indispensable darle continuidad a esta serie de simposios y talleres, ya que representan un excelente medio para que los investigadores, estudiosos e interesados en el campo de las semillas forestales y el mejoramiento genético, puedan presentar y discutir de una manera ágil los logros y avances en la región en estos campos y su contribución a la solución de problemas globales, particularmente relacionados con aspectos ambientales.

Se espera realizar el III simposio en un plazo de dos años, posiblemente en Venezuela.

II Simposio "Avances en la producción de semillas forestales en América Latina.

Participantes



Participantes en el II Simposio

**Avances en la producción de semillas forestales en América Latina
Santo Domingo, República Dominicana
18-23 de octubre, 1999**

Participante	Institución	Dirección	Teléfono/Fax/E-mail	País
1. Acosta Comejo	DGF	Centro de los Héroes, Santo Domingo	Tel: 533-5183 Fax: 533-9039	República Dominicana
2. Alcántara Juan M.	Instituto Politécnico Loyola	Ave. Constitución 102, San Cristóbal	Tel: 528-0168/3503 E-mail: jmakantara@codetel.net.do p.loyola@codetel.net.do	República Dominicana
3. Almánzar Ana María	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 574-2740 celular 250-6857	República Dominicana
4. Alvarez Casasola Mario	PROSEFOR - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 566-1933 Fax: 566-7766 E-mail: beif@catie.ac.cr	Costa Rica
5. Arguedas Marcela	Escuela de Ingeniería Forestal - ITCR	Apdo. 159-7050, Cartago	Tel: (506) 550-2279 Fax: (506) 591-4182 marguedas@itcr.ac.cr	Costa Rica
6. Arteaga Martínez Baldeomar	División de Ciencias Forestales			México
7. Bedilla Yoriény	FUNDECOR/ITCR	Apdo. 159 7050 Cartago	Tel: (506) 276-1312/ 550-2511 Fax: 591-4182 ybedilla@hotmail.com	Costa Rica
8. Bárcenas Angel	ESNACIFOR	Apdo. 2, Siguatepeque, Comayagua	Tel: (507) 773-3013 E-mail: jancsti.sdn.hond@corz.hn	Honduras
9. Barrantes Gabriela	CACH	Apdo. 10-5251, Hojancha, Guanacaste	Tel: fax: + 659-9119/ 6599120/6599127 gabchoi@sol.rnssa.co.cr	Costa Rica
10. Bennadij Zohra	INIA - Programa Nacional Forestal	Ruta 5, km 386, Talmarenbó, Uruguay	Tel: 06322407 Fax: 0632-3669 zobcano@Eb.inia.org.uy	Uruguay
11. Bermejo Velazquez Basilio	Centro de Genética Forestal	Km 3.5, carretera a Chapinog- Tequezquinhauac, Chapingo, Edo. De México C.P. 56230	Tel: (595) 4-1957 / 2-15-00 Fax: (595) 4-27-23	México
12. Celestino Flores López	Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro	Buena Vista, Saltillo, Coahuila, México. C.P. 25315	Tel: (8) 417-3022 Ext. 317/381 Fax: (8) 417-1179 / 417 - 7376 E-mail: cflores@narro.uanl.mx	México
13. Chacón Lizano Miguel	ONS	Apdo. 10309-1000 San José	Tel: 223-5822 Fax: 223-5431 gfuness@sol.rnssa.cr	Costa Rica
14. Cuevas Carmen	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-5183 Fax: 533-9039	República Dominicana
15. De los Santos Jorge	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-5183/9039	República Dominicana

Participante	Institución	Dirección	Teléfono/Fax/E-mail	País
16. Deago Corro José del Carmen	Instituto Smithsonian de Investigaciones Forestales	Apdo. 2072 , Balboa, Rep. de Panamá	Tel: (507) 212-8000 Fax: +212-8148 ctfs@ttvoli.si.edu	Panamá
17. Delazerda Silvia	BASFOR	Piso 14, Edif. El Huacal	Tel: 688-0902 Fax: 685-4059	Bolivia
18. Diaz Beard Ramón	CONATEF			República Dominicana
19. Díaz Denis	CMG&BSF	Km 79.C. Managua, León	Tel: 505-0311-5803/ 6335 088-42029 cmgsf@tmx.com.ni	Nicaragua
20. Disla Teresa	DGF	Centro de los Héroes, Santo Domingo	Tel: 533-5183 Fax: 533-9039	República Dominicana
21. Familia Inés	Jardín Botánico	Apdo. postal 21-9, Santo Domingo	Tel: 567-6211 Ext. 241 Fax: 563-2825 E-mail: j.botanico@codotel.net.do	República Dominicana
22. Rivera Félix	Depto. de Recursos Naturales y Ambientales NICAMBIENTAL	P.O: Box 9066600 San Juan Puerto Rico De la Vicky 2 C. Al sur 1 C. Arriba, 1 C. Al sur, Altamira D'Este . Casa No.313, Managua	Tel: 787-724 3584/787724-6012 Fax: 787-721-5984	Puerto Rico
23. García Estrada Ma. Lourdes			Tel: 270-5528 Fax: 267-8267 E-mail: m_lourdesgarcia@hotmail.com nicam@sdninc.org.ni	Nicaragua
24. García Jaqueline	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-5183/9039	República Dominicana
25. Garita Romero Edith	PROSEFOR - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933 Fax: 556-7766 E-mail: sgarita@catie.ac.cr	Costa Rica
26. Gómez Williams Gilberto	CONATEF	Edif. Oficinas Gubernamentales Juan Pablo Duarte, Santo Domingo	Tel: 688-0902	República Dominicana
27. González Chavern Pedro	FUNDECOR	Puerto Viejo, Sarapiquí, Heredia. Apdo. 543069	Tel: (506)- 766-6183 pgonzalez@fundecor.or.cr	Costa Rica
28. González Flores Alfonso	BSF - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933 Fax: 556-7766 E-mail: agonzalez@catie.ac.cr	Costa Rica
29. Guevara Ana Lorena	INBIO	Apdo. 22-3100, Santo Domingo	E-mail: lguevara@inbio.ac.cr	Costa Rica
30. Gutiérrez Donata	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133 Fax: 533-9039	República Dominicana
31. Guzmán Virgilio del C.	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133 Fax: 533-9039	República Dominicana
32. Guzmán José	DFG	Centro de los Héroes	Tel: 844-4258/ 695-0285	
33. Hechavarría Kindelán Ortida	Instituto de Investigaciones Forestales	Calle 1723 c/17B y 17C Depto. Siboney Playa	Tel: 28203 iif@ipretcsa.cu angelahk@ididc.cu	Cuba
34. Herasme Roberto	DGF	Escuela Nacional Forestal (ESNAFOR) - Jarabacoa	Tel: 250-4581	República Dominicana
35. Hernández Becerri Manuel	FUNDECOR	Puerto Viejo, Sarapiquí, Heredia. Apdo. 543069	Tel: (506)- 766-6183 Fax: (506) 282-7316 pgonzalez@fundecor.or.cr	Costa Rica

Participante	Institución	Dirección	Teléfono/Fax/E-mail	País
36. Hernández D. William	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-5133 Fax: 533-9039	República Dominicana
37. Hernández Marvin	CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933/6431 Fax: 556-7766/1533 E-mail: Temporal.cenaro@catie.ac.cr	Costa Rica
38. Hernández Méndez Honorio	Programa Nacional de Reforestación de la Secretaría del Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca	Periférico Sur 5991, Col. Arenal, Tepapan, Tlalpan, México, DF. C.P. 16020	Tel: (5) 56-411174 Fax: (5) 564125	México
39. Jamieson Francisco	CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-2228 Fax: 556-1533 E-mail: jamieson@catie.ac.cr	Costa Rica
40. Jiménez Alfredo	Plan Sierra	Ave. San Juan, San José de las Matas	Tel: (809) 576-9249 / 8370 Fax: (809) 576-9396 alfredo.jimenez@bolamsierra.org.do	República Dominicana
41. Jiménez Marta Liliana	SINAC - MINAE	San José	Tel: fax: + 2539028 / 224 - 3961 julianajimenez@sinac.minae.gv.gt	Costa Rica
42. Laffitte Auris	Centro de Germoplasma, (Dirección General de Recursos Naturales Renovables)	Ruta 6, km 21,600 - Toledo Depto. de Canelones	Tel: 598-22889017 Fax: 59822889336 aurisla@adinet.com.uy	Uruguay
43. Leverón Oscar	BANCO DE SEMILLAS/ ESNACIFOR	Apdo. 2, Siguatepeque, Comayagua	Tel: (504) 773-1652/56 Telfax: 773-1637/7730300 Escobedo@snhb.com.hn	Honduras
44. Lizardo Elvis	DGF	Depto. Silvicultura, Centro de los Héroes	Tel: 533-5183/ 9039	República Dominicana
45. Marín Adriana	CORANTIOQUIA - Subdirección Territorial		Tel: 57-4-3511092 Fax: 57-4-3329540 adriamarin@corantioquia.gov.co	Colombia
46. Martínez Eli	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133	República Dominicana
47. Martínez Elizabeth	DGF	Centro de los Héroes	Fax: 533-9039 Tel: 533-5183 Cel: 292-0485	República Dominicana
48. Matta Rodrigo	Depto. de Recursos Naturales y Ambientales	P.O: Box 9066600 San Juan Puerto Rico	Tel: 787-724 3584/787724-8012 Fax: 787-721-5984	Puerto Rico
49. Méndez José Miguel	Fundación PROGRESSIO			República Dominicana
50. Mesén Francisco	PROSEFOR - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933 Fax: 556-7766 E-mail: fmesen@catie.ac.cr	Costa Rica
51. Morales Udaeta Manuel	BASFOR	Ave. Athualpita, final Temporal norte, Cochabamba Casilla 5453	Tel: 591-451116 Fax: 591-451118 manuel@bmo.dbb.catielvest.bo	Bolivia

Participante	Institución	Dirección	Teléfono/Fax/E-mail	País
52. Murillo Gamboa Oliman	Escuela de Ingeniería Forestal - ITCR	Apdo. 159-7050, Cartago	Tel: (506) 550-2279 Fax: (506) 591-4182 omurillo@itcr.ac.cr	Costa Rica
53. Paredes Sol Teresa	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133 Fax: 533-9039	República Dominicana
54. Peralta Porfirio	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-5183/5622	República Dominicana
55. Pérez Juana del Pilar	Jardín Botánico Nacional Dr. Rafael M. Moscoso	Ave. Rep. De Colombia, Ave. Próceres, Santo Domingo Apdo. 21-9	Tel: 567-6211-13 Fax: 563-2525 j.botanico@codetel.net.do	
56. Pérez Ivelisse	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133 Fax: 533-9039	República Dominicana
57. Pérez Santana Mariano	Instituto de Investigaciones Forestales – Estación Experimental de Viñales	Km 20, carretera de Viñales, Pinar del Río	Tel: (809) 538-93123 Fax: (809) 537-666071 iif@ip.ctexa.cu	Cuba
58. Petit Aldana Judith	Instituto Forestal Latinoamericano - IFLA	Núcleo Forestal Ave. Chorros de Milla, Edif. IFLA, Mérida Apdo. Postal No.36	Tel Fax: 58-74-448906/ 58-74-441302 jcpetita@forest.ula.ve	Venezuela
59. Piedrahita Cardona Edgar	Universidad Nacional	Apdo. Aéreo 50838 Medellín	Tel: 260-7333 Ext. 188 Fax: 230-5489 Epiedrah@perseus.unalmet.edu.co	Colombia
60. Piriz Carrillo Verónica	CIDCA	La Plata Bs.As-Argentina	Tel fax: (54) 221-425-4853 macanoni@isis.unpl.edu.ar	Argentina
61. Pontones José	UNAM			México
62. Ramírez Armijo José Armando	Proyecto Estudio de Crecimiento de Especies Nativas (PROECEN). ESNACIFOR	Apdo. 49 Tela, Atlántida	Tel fax: (504)448-1740 E-mail: jancetti.sdnhon.@org.hn	Honduras
63. Ramírez Carlos	CEMARE – Banco de Semillas – ANAM	P. O. Box C-8446-El Dorado Panamá - Río Hato, Provincia de Coclé – Panamá	Tel: (507) 993-3585 Fax: (507) 993-3366 carlospa@hotmail.com	Panamá
64. Recio Francisca	Jardín Botánico Nacional	Santo Domingo Apdo. 21-9	Tel: (809) 567-6211-13 Fax: 563-2525 J.Botanico@codetel.net.do	República Dominicana
65. Rico Salas Alejandro	BOSQUESCORP	Costanera 1216 y J.Perez Concha, (URDESA), Guayaquil	Tel: (5934) 611172, 611173,9508521 Fax: 611174 E-mail: bosquescorp@nortia.net	España
66. Rijo Carlos	DGF			República Dominicana
67. Robles Ambrosio	Instituto Politécnico Loyola	Calle Rydo., P. Angel Arias No. 1, San Cristóbal	E-mail: P.loyola@codetel.net.do	República Dominicana
68. Rodríguez Yoni	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133 Fax: 533-9039	República Dominicana
69. Salas Antonio	PROSEFOR - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933 Fax: 556-7766 E-mail: asalas@catie.ac.cr	Costa Rica

Participante	Institución	Dirección	Teléfono/Fax/E-mail	País
70. Salazar Rodolfo	PROSEFOR - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933 Fax: 556-7766 E-mail: psalazar@catie.ac.cr	Costa Rica
71. Salinas Juan	DGRNR	Cantón Matazano, Soyapango, San Salvador	Tel: 413-1664	El Salvador
72. Sánchez Alberto	PRONATURA	Calle Paseo de los periodistas No.4 Ensanche Miraflores Apdo. 2956 Santo Domingo	Tel: 687-5878 Fax: 687-5766 pronatura@codetel.net.do	República Dominicana
73. Sandí Chinchilla Carlos	EARTH	Pococi-Limón Apdo. 4442-1000 San José	Tel: 713-0000 Fax: 713-0001 clsandi@ms.earth.ac.cr	Costa Rica
74. Sautu Adriana	Instituto Smithsonian de Investigaciones Forestales	Apdo. 2072, Balboa, Rep. de Panamá	Tel: (507) 212-8000 Fax: +212-8148 sautua@tivoli.si.edu	Panamá
75. Scholz Carola Briggitte	INISEFOR- UNA	Apdo. 86-3000, Heredia	Tel/Fax: +506 - 237-4151 csholtz@una.ac.cr	Costa Rica
76. Silva de la Maza Pedro	Proyecto Forestal Ingenio San Antonio Nicaragua Sugar Estate Ltd.		Tel: 0343-2206/ 2656 Telefax: 0343-2500 Psilva@ibw.com.ni	Nicaragua
77. Sorí Soriano Félix A.	Instituto Politécnico Loyola	Calle Angel Anias No.1, San Cristobal	Tel: 528-4010/4110 Fax: 528-9229 P.Loyola@codetel.net.do	República Dominicana
78. Sotelo Montes Carmen	ICRAF	Av. La Universidad 795 La Molina Lima Perú Apdo. 410121	Tel -Fax: (51) 6457 9078 E-mail:c.sotelo@cglar.org	Perú
79. Taveras Cornelio	DGF	Centro de los Héroes	Tel: 533-8133 Fax: 533-9039	República Dominicana
80. Torres Gilberto	Plan Sierra			República Dominicana
81. Trinidad Vinicio	DGF	Proyecto Forestal Sabana Clara, Restauración R.D.	Tel:579 - 8590 (ofic)322-4567 (casa)	República Dominicana
82. Trocones B. Ana Gertrudis	Instituto de Biotecnología de las Plantas - Universidad Central "Marta Abreu". De las Villas	Carretera a Camajuani, Km 5 ½ Santa Clara. Villa Clara. C.P. 54830	Tel: (422) 53 81360 a 81272 Fax: 53 - 81329 propag@ibp.edu.cu	Cuba
83. Vásquez William	BSF - CATIE	Turrialba, Apdo. 7170	Tel: 556-1933 Fax: 556-7766 E-mail: wvasquez@catie.ac.cr	Costa Rica
84. Vozzo Jack A.	Southern Research Station	P.O. Box 9681 MS State, MS 39762 Tel: +662-325-8654 Fax: 662-325-3278	ivozzo@cfr.msstate.edu	EEUU
85. Whitmore Less	Vicepresidente IUFRO	USDA - FS-VMR P.O. Box. 96090 Washington DC. 20090-6090 - USA	Tel: 1-202-205-1149 Fax: 1-202-205-6207 Whitmore@worldweb.net	EEUU