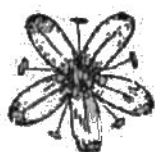


Curso Nacional de Recolección y procesamiento de semillas forestales



Republica Dominicana
24-26 de mayo, 1995



PROSEFOR



PRESENTACION

La Dirección General Forestal y el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR), adscrito al Programa de Manejo Integrado de Recursos Naturales de CATIE, con el apoyo financiero de Danida del Gobierno Real de Dinamarca, pretenden contribuir al desarrollo del sector forestal en América Central y República Dominicana, mediante el mejoramiento en el abastecimiento y la calidad física y genética de las semillas forestales que demandan los programas de reforestación.

Para tales propósitos se ha puesto énfasis en estimular el uso y consumo de semillas de alto valor genético y fisiológico, dada la importancia que representan estos factores en términos económicos, ecológicos y sociales. Vacíos de conocimientos por falta de investigación y capacitación en el uso y manejo de la semilla de buena calidad genética y fisiológica, originan pérdidas en viveros o plantaciones improductivas.

Para los efectos anteriores, el Proyecto ha programado actividades de capacitación y transferencia de información, razón por la cual se ha reforzado la ejecución de cursos de diferente nivel, orientados a personal técnico vinculado directamente con la actividad sembrera.

El " CURSO NACIONAL SOBRE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES" pretende cubrir los aspectos básicos en este tema, con una orientación teórico-práctica. El evento está dirigido principalmente a los profesionales y técnicos estrechamente relacionados con la producción y procesamiento de semillas forestales.

La memoria es una compilación de las conferencias impartidas durante el curso, las cuales se han orientado a un nivel básico, teniendo en cuenta la necesidad de fortalecer conocimientos primarios en el manejo de semillas. Pese a este nivel el curso no perderá profundidad técnica y hará énfasis en la formación de conceptos y criterios para ser aplicados en los programas nacionales.

Se espera que los asistentes obtengan material útil de consulta y aplicación práctica, para hacer posible la transferencia de estos conocimientos, al desarrollo de sus funciones en los Bancos de semillas y programas de reforestación.

**Enrique Trujillo
BLSF-PROSEFOR/Coordinador del Curso**

TABLA DE CONTENIDO

Problemática actual del abastecimiento de semillas forestales:

Ing. Yoni Rodríguez

Conformación y características de las semillas: *M.Sc. Alberto Sánchez*

La semilla: Elemento primordial en la conservación de germoplasma:

Lic. Elizabeth Arnáez y Lic. Eleana Moreira

Fenología de especies forestales:

Lic. Elizabeth Arnáez y Lic. Eleana Moreira

Técnicas de recolección de semillas forestales: *Dos. Elvís Lizardo*

Procesamiento de frutos y semillas: *M.Sc. Enrique Trujillo*

Procesamiento de frutos y semillas de *Bombacopsis*, *Gmelina* y *Teca*:

Asist. Invest. Mario Álvarez

Procesamiento de frutos y/o semillas de *Pinus* spp. *Lic. Angel Barcenas*

Almacenamiento y manejo del contenido de humedad en semillas forestales:

Ing. Carmen Cuevas

Generalidades sobre el almacenamiento de especies recalcitrantes:

M.Sc. Evas Müller

Algunos reportes de almacenamiento de semillas forestales:

M.Sc. Enrique Trujillo

Fisiología de la germinación, un enfoque de la pregerminación:

M.Sc. Enrique Trujillo

Tratamientos pregerminativos en semillas forestales: *Ing. Carlos Piño*

Implementación de registros nacionales de fuentes semilleras:

Ing. Yoni Rodríguez

Rol de los productores privados y entidades oficiales en la producción de semillas forestales: *M.Sc. Emilio Ambioris Díaz*

PROBLEMÁTICA ACTUAL DEL ABASTECIMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

Ing. Yoni Rodríguez[†]

1. Antecedentes

Con la creación de la Dirección General Forestal surgen los primeros viveros forestales y con ellos, la demanda de semillas. Para satisfacer esta demanda se crea la Sección de Recolección de Semillas. Para ese entonces, se le daba más importancia a la cantidad de semillas recolectadas y dejando a un lado la calidad del material. Esto se evidenciaba en que la brigada de recolección no estaban supervisadas por técnicos capacitados y tampoco se capacitaba a los integrantes, quienes obtenían las semillas en lugares de acceso fácil y árboles de mala calidad. También a los vigilantes forestales se le asignaba cierta cantidad de semillas que tenían que entregar a la sección mensualmente.

Este es un problema que todavía no se ha superado, debido a que existe una demanda fuerte de semillas para proyectos de reforestación estatal, ONGs y privados, que la DGF tiene que suplir de cualquier forma.

Junto con estas malas prácticas, ha ido surgiendo a nivel de área técnica, la necesidad de utilización de semillas con un buen potencial genético. Esto dio inicio a una recolección de semillas (*Pinus occidentalis*) en algunas áreas de bosques naturales seleccionadas para estos fines, las cuales están ubicadas en Constanza y Jarabacoa.

A mediados de la década de los 70 se establece una plantación de *Pinus caribaea*, ubicado en el Proyecto Catarey (Villa Altigracia) con fines de convertirla en un rodal semillero en el futuro. En la actualidad esta plantación no califica dentro de la categoría de

[†] Jefe del Banco de Semillas Forestales

rodal semillero, debido a la densidad y las características fenotípicas de los individuos; sin embargo de acuerdo a la evaluación realizada en esa plantación se ubicó como una fuente seleccionada que puede convertirse en un rodal semillero, siempre que se aplique manejo silvicultural adecuado (disminución de la densidad y eliminación de todos árboles mal formados y enfermos).

2. Problemática actual del abastecimiento de semillas forestales

Aunque se han hecho algunos esfuerzos para mejorar el abastecimiento de semillas, tales como los mencionados anteriormente, la creación del Banco de Semillas compuesto por un laboratorio de análisis de semillas, un cuarto frío, y área de procesamiento y secado; el acuerdo firmado entre la DGF y el PROSEFOR/CATIE, todavía se adolece de problemas tanto en la calidad y cantidad del material que se distribuye. A esto se une que los viveristas no hacen una manipulación idónea al material que reciben del banco. Concerniente a lo cuantitativo, se ha evidenciado una demanda que no se ha satisfecho de especies prioritarias; tales como *Pinus occidentalis*, *P. caribaea*, *Simarouba glauca*, *Colubrina arborescens*, *Catalpa longissima*, entre otras; debido a:

1. **Falta de planificación**, por lo general no se hace una planificación ni se trazan metas de recolección por especie, ya que no se tienen proyecciones de la cantidad de plántulas que es necesario producir para cada especie. Por tanto el vivero produce árboles de las semillas que haya en existencia. Existen Distritos y Proyectos forestales que tienen tradición de recolección de semillas y esta actividad es incorporada en la agenda de trabajo; nos referimos al Distrito de Jarabacoa (recolecta *P. occidentalis* y *P. caribaea*), Sub-distrito de Constanza (recolecta *P. occidentalis*, *Juniperus gracilior* y *cupresus lusitanica*), Proyecto Catarey (*P. caribaea*), Proyecto Los Gajitos (*Swietenia mahagoni*), Proyecto Rancho Arriba (*Cedrela odorata*).

2. Falta de recursos humanos y económicos, este es un mal que adolece nuestra institución, ya que el 75% del presupuesto lo consume el pago del personal⁵, lo cual deja poco recurso para los planes operativos de la institución. La recolección de semillas es una actividad que consume recursos que no se recuperan, porque no se tiene una política de cobrar por las semillas que se despachan a particulares. En lo concerniente a recursos humanos, falta de personal calificado, semicalificado y no calificado; lo cual es un cuello de botella, en el sentido de que el personal dedicado a la recolección también tiene asignado otras actividades, lo cual repercute en la cantidad de semillas recolectada.

Los mismos factores que contribuyen a que no haya una demanda insatisfecha de semillas forestales, van a contribuir en su calidad, pues el criterio que predomina es satisfacer la demanda sin importar la procedencia ni la calidad de la semilla. Tampoco se dispone de áreas identificadas y seleccionadas (con algunas excepciones), donde se estén aplicando raleos genéticos que mejoren la calidad fenotípica del rodal donde se recolectarán las semillas.

3. Soluciones a la problemática del abastecimiento de semillas forestales

La DGF ha dado algunos pasos en aras de buscar soluciones a esta problemática, entre los que se destacan:

- 1. Creación del Banco de Semillas Forestales,** donde se procesan, analizan, se almacenan y se distribuyen semillas de las diferentes especies demandada en el país.
- 2. Establecimiento de un rodal semillero de *P. caribaea*,** en el Proyecto Catarey
- 3. Convenio de cooperación técnica y capacitación con el PROSEFOR/CATIE.**
- 4. Identificación de 10 especies prioritarias.**
- 5. Establecimiento de un registro nacional de Fuentes Semilleras**

⁵ Evaluación de las principales actividades realizada por la dirección General Forestal durante el período 1990-94.

6. **Entrenamiento y capacitación a nivel nacional e internacional para técnicos ligado al programa de semillas forestales.**
7. **Manejo de algunas Fuentes Semilleras**

Biblioteca Comunitaria
Orton - IICA - CATIE
15 JUN 1995
RECIBIDO
Turrialba, Costa Rica

CONFORMACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS SEMILLAS

Por Alberto Sánchez, MSc.¹

1. Introducción

Las semillas constituyen el principal medio para la perpetuación de las especies arbóreas; en ellas se albergan las plantas en forma de embrión, para una generación nueva. El objetivo principal de las semillas es asegurar la continuidad de la vida (Boswell 1961).

Las semillas se encuentran en dos clases de plantas:

1. **Angiospermas**, son las plantas más desarrolladas y extensas, el óvulo y la semilla se desarrollan dentro de un ovario. El ovario da origen al fruto y los óvulos desarrollados forman las semillas.
2. **Gimnospermas**, las semillas en estas plantas están al descubierto y nacen cerca de la base de cada escama de los conos femeninos. Las escamas siempre están cerradas, salvo en el momento de la fertilización o cuando se dispersan las semillas. A este grupo pertenecen todas las Coníferas.

2. Formación de las semillas

Antes de manipular las semillas, es importante tener algunos conocimientos sobre su biología.

¹ *Jefe de Investigaciones Forestales y Silvicultura*

Los estambres producen polen que dará origen a la células espermáticas masculinas. En la parte superior de los estambres tienen un pedúnculo donde se encuentran las anteras o sacos polínicos.

El pistilo que por lo general está ubicado el centro de la flor, constituye el órgano femenino. Está compuesto por tres partes: el ovario que contiene una o más semillas inmaduras (óvulos), el estilo que es un tubo delgado y se encuentra encima de ovario y el estigma que es el lugar donde se deposita el polen para la fecundación del óvulo.

Existen otros órganos, pero no están directamente relacionados con la reproducción, estos son el cáliz y la corola.

El cáliz se compone de los sépalos, ubicados en la parte inferior de la flor, por lo general de color verde y su función principal es proteger el botón floral hasta que se forme la flor.

La corola está conformada por los pétalos, que en la mayoría de las flores presentan colores vistosos. En muchas flores la corola presenta glándulas (nectarios) que almacenan un líquido azucarado conocido como néctar. Con los colores, el néctar y el aroma de los aceites esenciales que producen los pétalos, muchos insectos, colibríes y otros animales son atraídos, lo cual facilita la fecundación del ovario.

3. Polinización y fecundación

Una semilla es una unidad reproductiva que se desarrolla a partir de un óvulo después que éste es fecundado.

El desarrollo de las semillas se inicia con la fecundación --la unión de un núcleo masculino haploide dentro del óvulo para formar un organismo nuevo que es diploide--.

Antes de la fecundación debe producirse la polinización, que consiste en la llegada del grano de polen al estigma en las Angiospermas o cerca del micropilo del óvulo en las Gimnospermas.

3.1 Desarrollo de las semillas en las Angiospermas

Para que el óvulo fecundado hasta se convierta en una semilla madura, intervienen:

- Los intertegumentos del óvulo se transforman en cubierta de la semilla madura. Esta cubierta está compuesta en dos revestimientos: una externa o la testa que protege el contenido de la semilla a la desecación, los daños mecánicos y daños por hongos, bacterias e insectos; y otra interna o tegmen que es delgada o membranosa.
- En algunos géneros puede persistir la nucela en forma de una capa delgada --el perisperma--, que está situada en la parte interna de la cubierta y suministra reservas nutritivas al embrión.
- El endosperma suele crecer con mayor rapidez que el embrión durante el período que sigue a la fecundación. Acumula reservas de alimentos y en su máximo desarrollo es rico en carbohidratos, proteínas, grasas y hormonas de crecimiento.
- El embrión ocupa la parte central de la semilla; en el que se distinguen tres partes: La radícula, que en la germinación dará lugar a la raíz primaria; la plúmula donde surgirá el tallo primario; y el hipocótilo que conecta los cotiledones con la radícula. Cuando absorben todas las reservas nutricionales del endosperma, los cotiledones suelen convertirse en los principales órganos de almacenamiento de alimento y ocupar casi toda la cavidad seminal.

3.2 Desarrollo de las semillas en las Gimnospermas

Los óvulos de las Gimnospermas presentan algunas características comunes con las Angiospermas, existe por lo general un integumento protector, que en un cono típico está fundido con la escama ovulífera que porta los óvulos emparejados. En la fecundación el tubo polínico deposita dos núcleos masculino en un arqueogonio- célula germinal femenina donde se encuentra la ovucélula-, uno de los cuales se une con el núcleo del huevo; el cigoto resultante se convierte después en un embrión diploide. El segundo núcleo masculino aborta en el género *Pinus*, pero en otros géneros puede fecundar otro arqueogonio, como en el caso del *Cupressus*.

La semilla madura en las Gimnospermas está compuesta por:

1. Cobertura seminal o testa,
2. El peristemo diploide desarrollada a partir de la nucela
3. El tejido haploide de gametofito femenino que actúa como órgano de almacenamiento de nutrimentos para alimentar el embrión.
4. El embrión compuesto de una radícula, cotiledones, plúmula e hipocótilo. El número de cotiledones varía con la especie, en los *Pinus* llegan hasta 18.

Al igual que las Angiospermas, en las Gimnospermas encuentran los componentes esenciales, que son el embrión, el recubrimiento protector, y el tejido de almacenamiento de nutrimento.

4. Parte de una semilla

1. **Cubierta seminal**, es la estructura que rodea o protege a las partes internas de las semillas de daños físicos, bióticos y procedentes del exterior. Se forma a partir de uno de los dos tegumentos que conforman el óvulo.

2. **Perispermo**, es un tejido diploide procedente de la nucela que se presenta en diversa en semillas de algunas especies.
3. **Embrión**, se origina de la fertilización de la oofera por uno de los núcleos espermáticos procedentes del grano de polen y se desarrolla cuando inicia la germinación de la semilla. El embrión está compuesto por un eje, plúmula, radícula y las dos primeras estructuras foliares.

5. Principales características externa de la semilla

Al analizar externamente las semillas de árboles y arbustos se aprecian diversas características y estructuras propias de la especie. Se destacan la forma, tamaño, posición del hilo y micropilo, la presencia de rafe-antirafe, funículo, arilo, ariloide, carúncula y estrofiolo..

5.1 Forma:

La forma constituye una de las características externas más distintiva en la semilla. La forma de la semilla está determinada por el tipo de óvulo del cual se ha originado y por las características del patrón de crecimiento, desarrollo y diferenciación que haya tenido durante la ontogenia, así como la posición que haya ocupado dentro del fruto.

5.2 Tamaño

El tamaño de las semillas está determinado por la posición que ocupen dentro del fruto y por la cantidad de nutrimentos que reciben durante su ontogenia.

5.3 Hilo y micropilo

El hilo es una cicatriz de tamaño y forma variada que queda en la semilla cuando ésta se desprende del funículo.

El micropilo es una perforación a manera de canal que comunica la semilla con el exterior.

5.4 Funículo

El funículo es un cordoncillo formado principalmente por tejido vascular, que conecta el óvulo con la placenta y sirve como puente para el paso del agua y nutrimentos de la planta madre hacia la semilla durante su ontogenia.

5.5 Arilo y ariloide

Las semillas de numerosas especies de árboles y arbustos presentan en su madurez diversas excrecencias o sobre crecimientos, cuyo origen, forma, tamaño, posición, color, sabor, textura y consistencia varían notablemente de acuerdo con la especie. Estas excrecencias se localizan en la superficie de la semilla y se conocen como arilo, ariloide, carúncula y estrofilo.

El arilo es una estructura dura o carnosa que se desarrolla a partir del funículo después de la fertilización del óvulo y que cubre parcial o totalmente la semilla.

6. Referencias bibliográficas

- BOSWELL, V. R. 1961. La importancia de las semillas. EN Semillas. USDA. p. 19-36.
- MAZOCCA, A. 1985. Nociones básicas de taxonomía vegetal. San José, Costa Rica, IICA. 272 p.
- NIEMBRO, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos, ontogenia y su estructura. México, Limusa. 285 p.
- SALAZAR, R. 1993. Manejo de semillas forestales. Apuntes de Clase. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s/p.
- SANCHEZ, A. 1993. La semilla. Turrialba, Costa Rica, CATIE. s/p. Mimiografiado.
- WILLIAN, R. D. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales. Roma, FAO/DANIDA, Estudio FAO Montes no. 20/2. 502 p.

// LA SEMILLA: ELEMENTO PRIMORDIAL EN LA CONSERVACION DE GERMOPLASMA

* ILEANA MOREIRA
*ELIZABETH ARNÁEZ

Las especies tropicales forestales, han venido evolucionando a través de millones de años, lo cual ha permitido que sobrevivan con altos requerimientos dentro de los ecosistemas. El mal manejo de los bosques y la tala indiscriminada amenazan con la extinción de estas especies, quedando como único recurso para los investigadores el acelerar los estudios sobre almacenamiento y rescate del máximo órgano conservador de germoplasma, la semilla.

La semilla es el asiento del desarrollo parcial del nuevo esporófito o embrión y desempeña entonces, un importante papel de continuidad entre dos sucesivas generaciones de plantas con semilla. La verdadera semilla contiene un embrión y sustancias de reserva, protegidos dentro de una cubierta o testa. Las sustancias de reserva pueden ser endosperma y perisperma.

A pesar de su aparente simplicidad, las semillas de los árboles y arbustos constituyen una de las estructuras más complejas que se han originado en el reino vegetal. Las semillas de algunas especies son muy variables (eurispermas), sin embargo, las de la gran mayoría presentan caracteres morfológicos, anatómicos e histológicos sumamente estables (estenospermas), por lo que son utilizadas como elementos de identificación en taxonomía, arqueología, paleobotánica y manejo de fauna silvestre, así como en diversas actividades prácticas relacionadas con el manejo de viveros, jardines botánicos y bancos de germoplasma.

FRUTO

Las semillas están contenidas dentro de un fruto que en sentido morfológico podemos definir como: la estructura que contiene la semilla y que se ha originado por crecimiento y desarrollo del gineceo de una flor. Otras partes de la flor (receptáculo y perianto), pueden unirse al ovario modificado para constituir el fruto.

El pericarpo puede ser más o menos diferenciado, con frecuencia muestra dos o tres capas diferentes, si estas capas son reconocibles deben denominarse, de afuera hacia adentro como exocarpo (o epicarpio), mesocarpo y endocarpo. Estos términos se usan para fines descriptivos y no guardan relación con el origen ontogenético de las capas. La ruptura espontánea del pericarpo, permite la salida de las semillas o semilla, recibe el nombre de dehiscencia.

El tipo de fruto es, a menudo, de considerable valor taxonómico y permite el reconocimiento de ciertas familias. Puede considerarse como una importante unidad evolutiva que ayuda a dispersar la especie a distancias considerables. Con este propósito hay frutos carnosos que son comidos y dispersados por pájaros (*Acnistus arborescens* (Solanaceae), *Cordia glabra* (Boraginaceae), frutos alados (*Pterocarpus ayessi*, *Piscidia cartagenensis* (Leguminosae) o pubescentes dispersados por aire o frutos adherentes, (*Bidens pilosa* (Compositae), *Triumffeta sp* (Tiliaceae), dispersados por los animales que pasan por el lugar. Algunas especies tienen una unidad de dispersión compuesta por el fruto y partes de perianto modificadas que facilitan la dispersión; Ejemplo *Engelhardtia pterocarpa* (Juglandaceae) y *Triplaris america* (Poligonaceae), *Gyrocarpus sp* (Hernandiaceae).

Clasificación general de frutos (Figura 1)

Simples:

Carnosos: Baya
 Drupa
 Pomo
 Hesperidio

cierto grado de impermeabilidad al agua y/o gases, incluyendo el oxígeno, de tal manera que pueden ejercer cierta influencia reguladora sobre el metabolismo y crecimiento del embrión. En algunos casos (por ejemplo algunos cactus), la testa puede ser mucilaginoso y jugar un papel importante en la retención de agua y dispersión de la semilla.

En la cubierta seminal se localiza la cicatriz funicular o hilo, que indica el punto en que el funículo y la semilla se separaron. Esta zona tiene diferente color. Cerca de la zona hilar, es frecuente encontrar una costura longitudinal formada por tejido funicular unido a los tegumentos de la semilla denominada rafe; ésta se forma como resultado de una curvatura aproximada de 80° , que tiene lugar durante la ontogenia de los rudimentos seminales anátropos (figura 3). El crecimiento diferencial del funículo produce externamente un puente o costura sobre el cual sigue su curso la traza vascular que suple al rudimento seminal (Ej *Erythrina* sp (poró); *Phaseolus vulgaris* (frijol)).

En algunas semillas se forma, en el extremo proximal del rudimento seminal una masa de tejido debido a la extensión del funículo y los tegumentos en la zona calazal. Como consecuencia, en la semilla madura se observa un hilo muy amplio por una extensión de cubierta seminal.

Con frecuencia el micropilo o paso que dejan los tegumentos en el extremo distal del rudimento seminal, queda comprendido dentro del *hilo*.

En la cubierta seminal también se observan protuberancias, siendo las más comunes la carúncula y el estrofiolo. La carúncula es una protuberancia carnosa que se origina por proliferación celular del tegumento externo en la región micropilar del rudimento seminal. Carúncula es sinónimo de ariloide y se encuentra en *Ricinus comunis*.

También puede encontrarse cubriendo la cubierta seminal un arilo total o parcial, arilo se define como el crecimiento externo en forma de collar o anillo que se desarrolla en el extremo distal del funículo, próximo a la zona calazal y que circunda al rudimento seminal, más o menos completamente, en etapas de postfertilización. Los arilos, contienen usualmente, compuestos químicos que no se encuentran en la planta y al igual que la carúncula y el estrofiolo parecen tener importancia en la dispersión de la semilla, aunado esto a la presencia de tricomas o alas en la testa (figura 4).

Secos:	Indehiscentes	Aquenio
		Cariópside
	Dehiscentes	Samara
		Silicúa
		Legumbre
		Cápsula
		Folículo

Agregados: Proviene de una flor con varios gineceos

Múltiples: Proviene de una inflorescencia

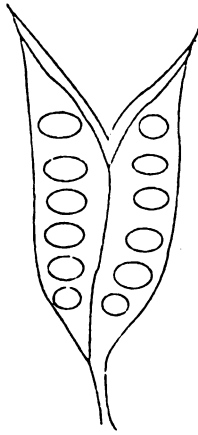
SEMILLA

Deriva del rudimento seminal fertilizado (figura 2). Es el sitio del parcial desarrollo del nuevo esporófito (embrión) y juega el papel más importante en la continuidad entre generaciones sucesivas. En la mayoría de una semilla al llegar a la madurez muestra las siguientes partes: 1-La cubierta seminal, la cual se forma a partir de uno o de los dos tegumentos que rodean al saco embrional; 2- El perispermo, tejido diploide procedente de la nucela que se presenta en diversas cantidades en las semillas de algunas especies; 3- El endospermo, tejido generalmente triploide que resulta de la fusión de uno de los núcleos espermáticos con los núcleos polares, mismo que se presenta en diversas cantidades en las semillas de algunas especies, y 4- El embrión, que se origina de la fertilización de la oófera por uno de los núcleos espermáticos y que se desarrollará en una planta después de la germinación de la semilla.

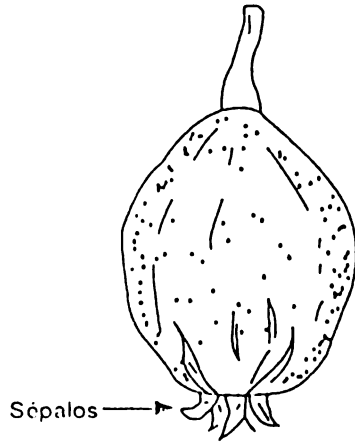
El grado con que se muestren las partes de la semilla según su madurez, conduce a algunas diferencias estructurales fundamentales entre los diversos tipos que existen.

La cubierta seminal puede ser suave (*Pithecelobium arboreum* (lorito), *P. dulce*). Dura (*Tamarindus indica* (tamarindo), *Enterolobium cyclocarpum* (Guanacaste) o carnosa como en *Inga* (guaba). La cubierta seminal carnosa recibe el nombre de sarcotesta; usualmente el tegumento externo es la parte carnosa y/o jugosa. Puede contener grasa, azúcares o estar coloreada. *Carica papaya* (papaya) se caracteriza por tener una sarcotesta, cuyo tegumento externo es de naturaleza gelatinosa.

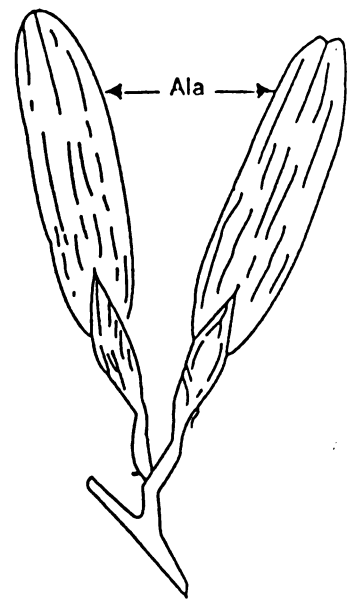
La cubierta seminal tiene gran importancia fisiológica debido a la presencia de una cutícula externa, una media (entre los dos tegumentos si ambos están presentes) y otra interna así como de capas duras, protectoras. Estas características confieren a la testa



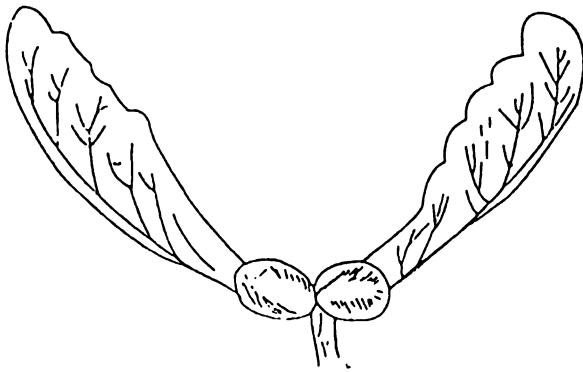
Vaina



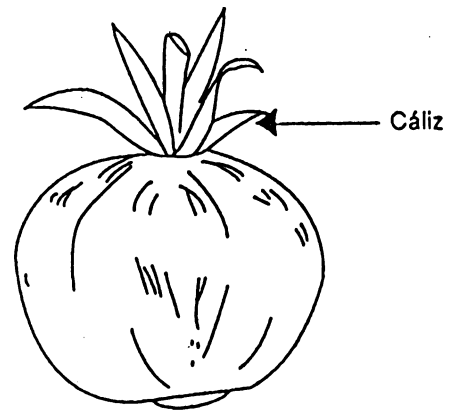
Fruto pera



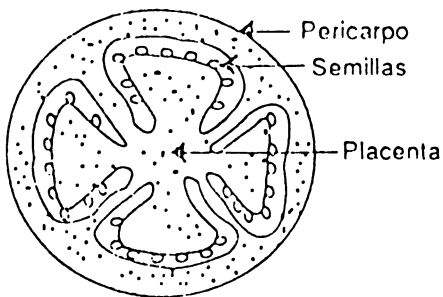
Fruto simple (sámara)



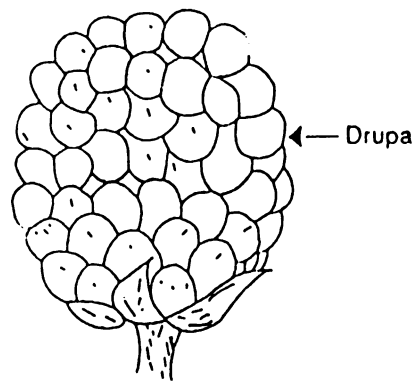
Fruto simple (sámara)



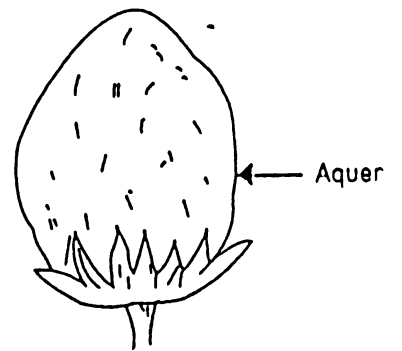
Baya (tomate) Fruto entero



Corte transversal tomate



Multidrupa (mora)



Multiaquenlo (fresa)

FIGURA No. 1 Frutos simples y compuestos.

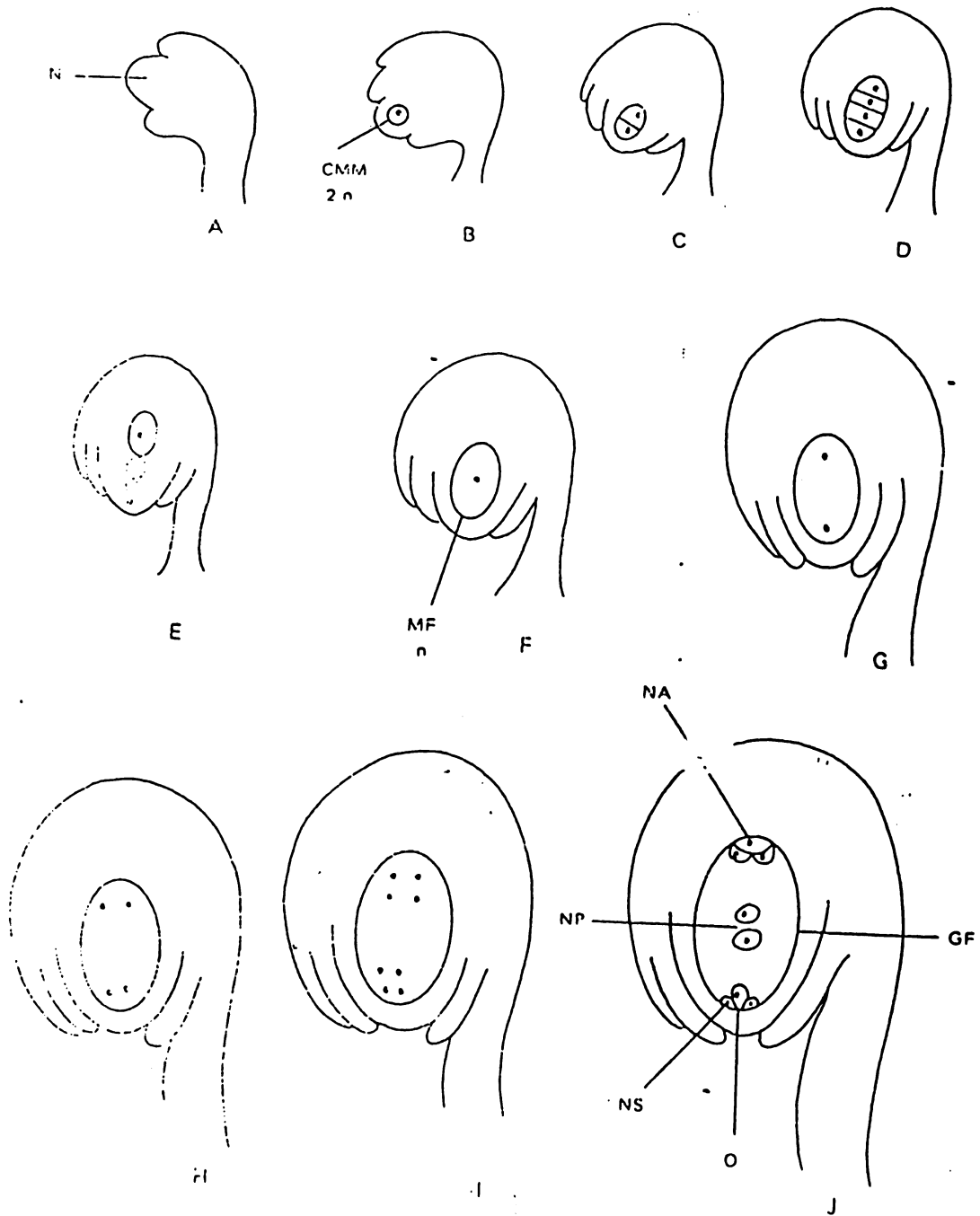


Figura 2 Representación esquemática del desarrollo del gametofito femenino (explicaciones en el texto). N = nucela, CMM = célula madre de las megasporas también llamada megasporocito, MF = megaspora funcional, GF = gametofito femenino, también llamado saco embrionario, NA = núcleos antipodales, NP = núcleos polares, NS = núcleos de las sinérgidas y O = oosfera (adaptado de Foster y Gifford, 1974).

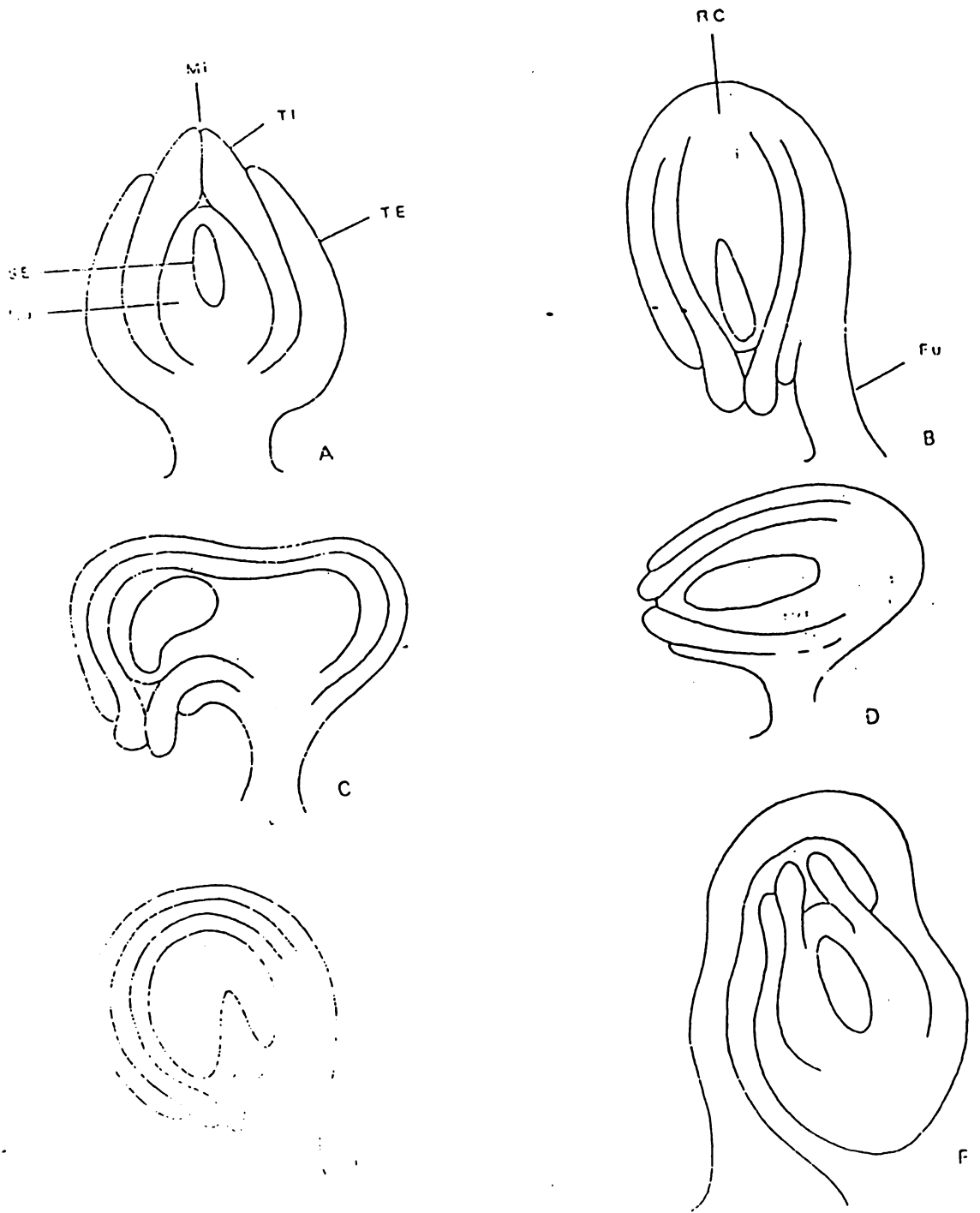
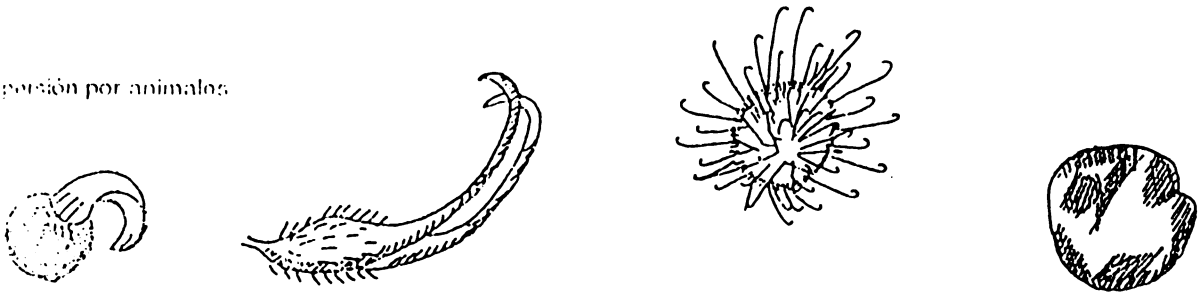


Figura 3 Representación esquemática de los seis diferentes tipos de óvulos de angiospermas de acuerdo con Sporne (1974). A, óvulo ortótrupo; B, óvulo anátropo; C, óvulo campilótrupo; D, óvulo hemianátropo; E, óvulo anfítropo y F, óvulo circinótrupo. TE, tegumento interno; Mi, micropilo; Nu, nucela; SE, saco embrionario; Fu, funículo; RC, región calazal.

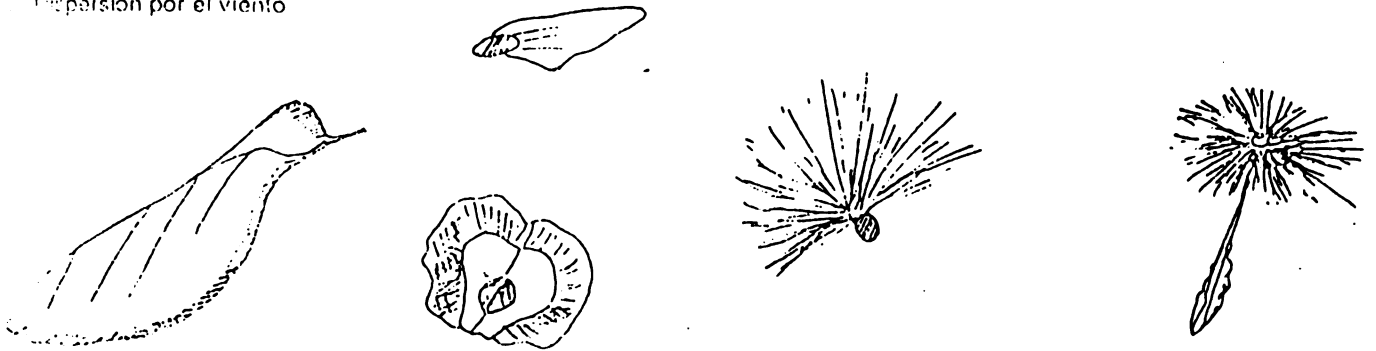
1. Movimientos autónomos



2. Dispersión por animales



3. Dispersión por el viento



4. Dispersión por el agua

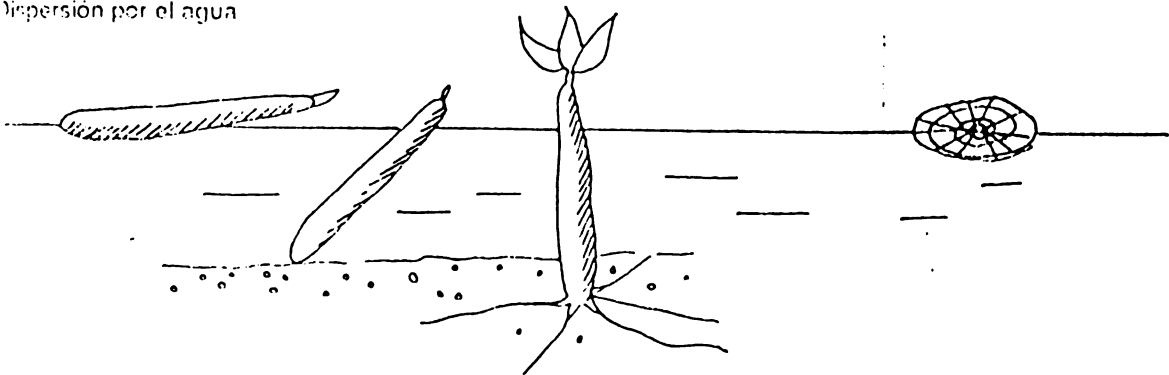


FIGURA No. 4. Diseminación de las semillas.

FENOLOGIA DE ESPECIES FORESTALES

*ELIZABETH ARNAEZ

*ILEANA MOREIRA

INTRODUCCION:

La fenología estudia los eventos biológicos periódicos y su relación con los cambios climáticos estacionales. Los organismos responden a los cambios ambientales, desarrollando características propias de su comportamiento ontogénico. Las especies vegetales de las regiones tropicales, al igual que en las regiones templadas, presentan oscilaciones periódicas de crecimiento, floración, fructificación, caída del follaje y brotación. A pesar de que en el Trópico no hay grandes diferencias estacionales si se pueden notar estas comparándolas con algunos aspectos como precipitación, períodos secos, longitud de día, entre otros. Sin embargo, en plantas tropicales los fenómenos periódicos, la mayoría de las veces pueden atribuirse a procesos internos propios de ellas (endógenos), por ejemplo algunas plantas florecen dependiendo del número de hojas, edad, tamaño y características hereditarias entre otras, independientemente de factores externos (exógenos) como clima y suelo.

Los estudios fenológicos de las diferentes comunidades son importantes, pues su conocimiento puede contribuir a formular planes de manejo más adecuados a las comunidades forestales tropicales, ya sea desde el punto de vista silvicultural (época adecuada para colecta de material, etc), recreativo, turístico-científico (como por ejemplo ser la base para que posteriormente se conozcan sobre las interacciones, planta-animal, polinizadores, dispersión, depredación, como para programas de conservación) debido al desconocimiento que existe sobre el comportamiento de las especies nativas localizadas en los remanentes de bosques, a la expansión urbana y a la inadecuada planificación y manejo de los recursos naturales, muchas de estas especies están destinadas a desaparecer. Por tal motivo es necesario realizar estudios que permitan complementar la información existente, con el fin de formular planes de manejo de los recursos fitogenéticos del país.

METODOLOGIA

Para la realización de estudios fenológicos lo primero que se debe hacer es seleccionar el área de estudio, posteriormente la (s) especie (s) con la (s) que se va a trabajar. Una vez escogida la zona de estudio se seleccionan los individuos por orden de aparición tomando en cuenta: distancia entre individuos, dominancia, madurez reproductiva, hábitat, si son dioicos o monoicos entre otros aspectos.

Por lo general, el tamaño de la muestra oscila entre 7 y 10 individuos si son monoicos y 15 o más si son especies dioicas.

La frecuencia de las observaciones debe ser entre cada quince días o una vez al mes. En el caso de especies forestales en donde mucha de ellas tienen dos picos de floración en un año y el otro generalmente no produce cosecha; se recomienda que como mínimo estos estudios deben realizarse en un período mínimo de tres años, para que los datos resulten más confiables.

Los aspectos fenológicos a evaluar se resumen en el siguiente cuadro:

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

Para cada observación se le otorga un valor según la abundancia del fenómeno en el árbol (Fournier, 1996). Si la característica fenológica observada (por ejemplo floración) está ausente, se le pone un cero (0), si se encuentra de un 1 a un 25% de la copa del árbol floreada se le otorga un uno (1), si se presenta de un 26 a un 50% se le da un valor de dos (2), si se abarca del 51 al 75% del árbol su valor es de un tres (3) y cuando se encuentra de un 76 a un 100% se le valora con un cuatro (4).

Una vez obtenida la numeración en cada observación de todos los individuos, se determina el valor fenológico, que se realiza sumando cada una de las características por mes de cada uno de los individuos y se saca un valor que permite la graficación de un dendrofenograma con los valores fenológicos durante el período de observación.

Además de las observaciones el comportamiento vegetativo y reproductivo de las especies, se debe obtener información de las principales características climáticas de la región muestreada tomando como base la estación meteorológica más cercana al sitio.

Los datos que se recomienda recopilar también mensualmente son: precipitación, humedad relativa, temperatura máxima y mínima, y brillo solar. Además se debe tomar en cuenta el tipo de suelo, retención de agua por el suelo, características químicas y físicas del mismo.

El dendrofenograma permite determinar las épocas en que se expresa el fenómeno y se pueden correlacionar con los diferentes parámetros climáticos por medio de una regresión lineal múltiple.

Para que la metodología funcione óptimamente es recomendable tener datos de altitud de la zona muestreada así como altura, DAP de los individuos, comportamiento reproductivo de la especie que permita reconocer barreras o mecanismos de polinización y fertilización por ejemplo.

CONCLUSIONES

Dentro del campo de semillas forestales estos estudios permiten predecir épocas de cosechas, planear mejor la colecta de material y predecir con anterioridad la producción de semillas y las condiciones que determinan un mejor comportamiento de la especie.

TÉCNICAS DE RECOLECCION DE SEMILLAS FORESTALES

(Resumen guía para la conferencia)

Por **Das. Elvis Lizardo¹**

1. Introduccion

La recolección de semillas forestales es una actividad un tanto más complicada y difícil que la misma actividad aplicada en la agricultura. La obtención de los frutos de árboles forestales requiere de conocimientos más profundos acerca de las características de los árboles.

Para la cosecha de las diferentes especies, se han desarrollado algunas técnicas y agilidades para conseguir que exista mayor seguridad del recolector, menor daño al árbol y la obtención de la mayor producción posible de éste.

Las especies arbóreas presentan diversas características físicas, lo cual resulta difícil y peligroso realizar la recolección de semillas, sin técnicas apropiadas, ya que frecuentemente los árboles se encuentran dispersos, sus cosechas son variables y normalmente son árboles de mucha altura.

2. Descripción de las técnicas de recolección

La recolección de las semillas y/o frutos se define como el proceso de obtener los frutos del árbol.

Sea el árbol grande o pequeño, y si no hay manera de escalarlo, la cosecha puede realizarse desde el piso, usando herramientas de largo alcance donde sea apropiado.

¹ Profesor de La Escuela Nacional Forestal

2.1 Acceso desde el interior de la copa

Si la copa del árbol permite un movimiento fácil del recolector, los frutos son accesibles a través de las ramas. Ej: En los Pinos el recolector puede escalar al árbol y llegar hasta ellos.

3. Importancia de uso de equipo

El equipo utilizado para la recolección debe ser revisado con mucha anticipación antes de proceder a usarlos; cualquier defecto en el mismo debe ser reparado o sustituido. Hay que tener cuidado especial con la revisión del equipo de escalamiento, como por ejemplo: las líneas de seguridad, cinturones, fajas de espolones, etc; pues un equipo en mal estado puede provocar consecuencias fatales.

El factor que más contribuye a la seguridad de los recolectores es el entrenamiento eficaz y una supervisión técnica estricta en el uso del equipo.

4. Metodología en el uso del equipo

La actividad de recolección comprende aspectos peligrosos, principalmente el escalamiento del árbol. Para evitar problemas de accidentes durante el trabajo, es esencial comenzar esta actividad una vez que se está bien preparado. Hay que usar un buen equipo con un sistema de seguridad adecuado.

5. Bibliografías consultadas

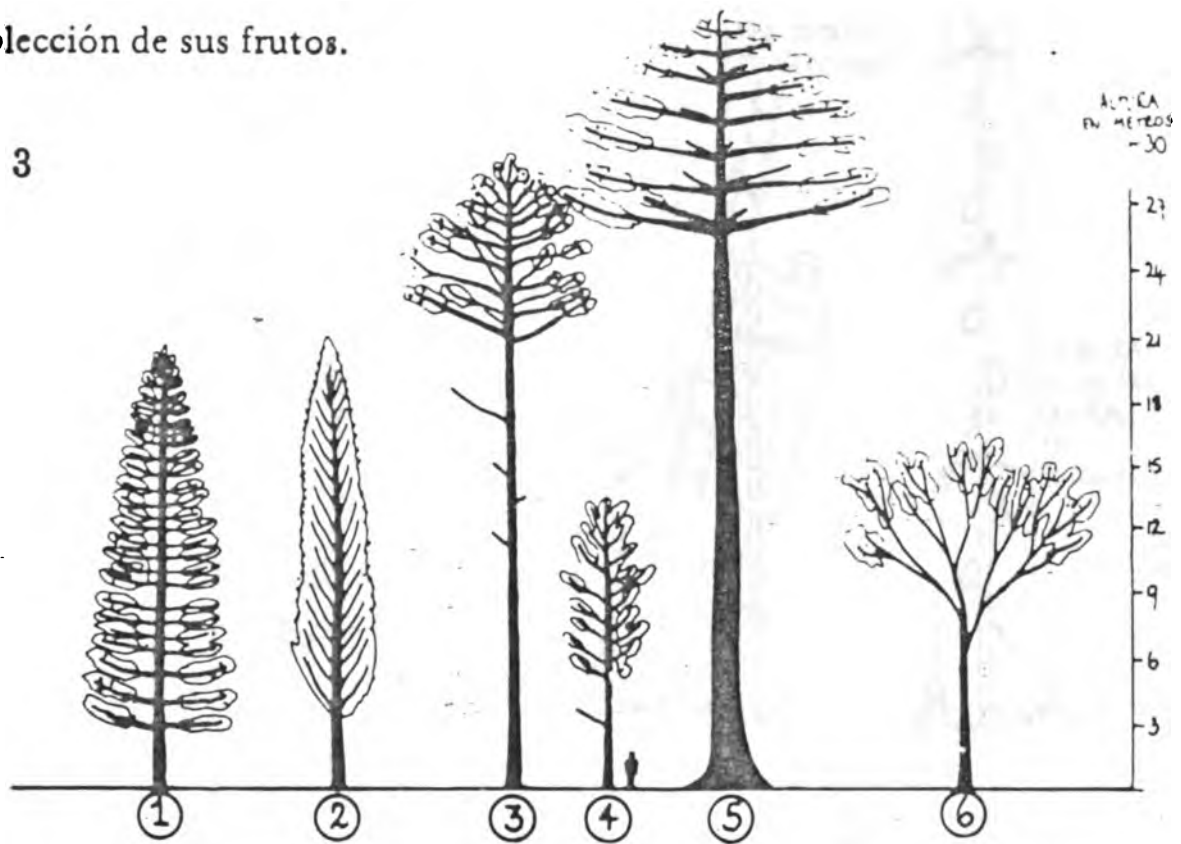
ROBBINS, A. M. J.; IRIMEICU M. I.; CALDERON, R. 1981. Recolección de semillas forestales. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales, Publicación Miscelanea No. 2. s/p.

SMART W., L. 1995. Recolección de semillas forestales. EN: Memoria del Primer Curso Regional sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. Turrialba, C. R., CATIE. s/p.

Diferentes tipos de árboles que requieren diferentes técnicas

recolección de sus frutos.

Figura 3



① *Araucaria heterophylla*

② *Cupressus macrocarpa*

③ *Pinus* sp (Arbol plus)
var *fastigiata*

④ *Pinus* sp

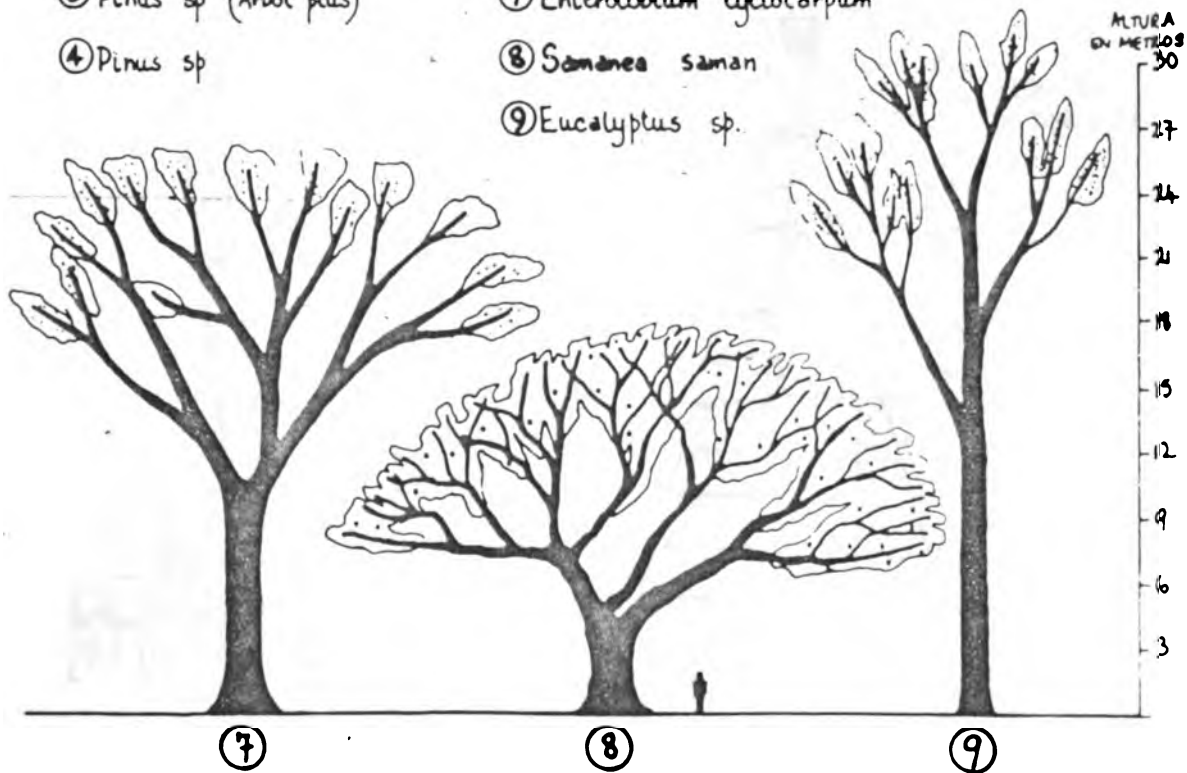
⑤ *Terminalia superba*

⑥ *Cedrela odorata*

⑦ *Enterolobium cyclocarpum*

⑧ *Samanea saman*

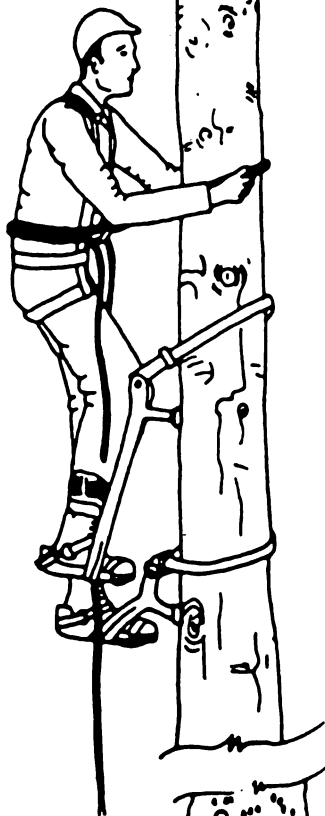
⑨ *Eucalyptus* sp.



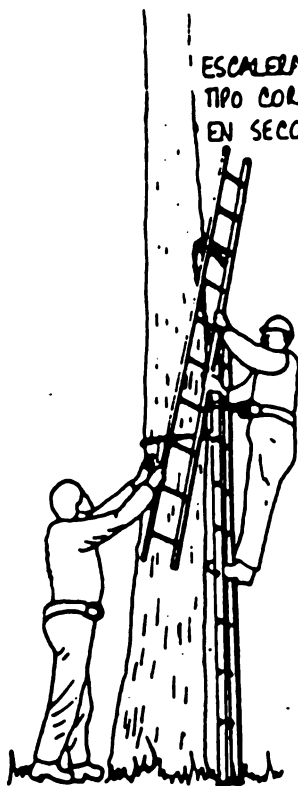
Técnicas de acceso a la copa del árbol.

a 4

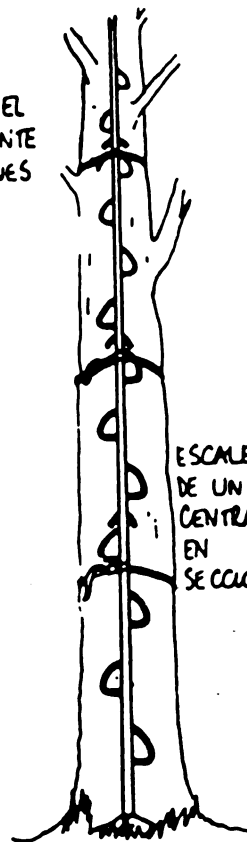
BICICLETA



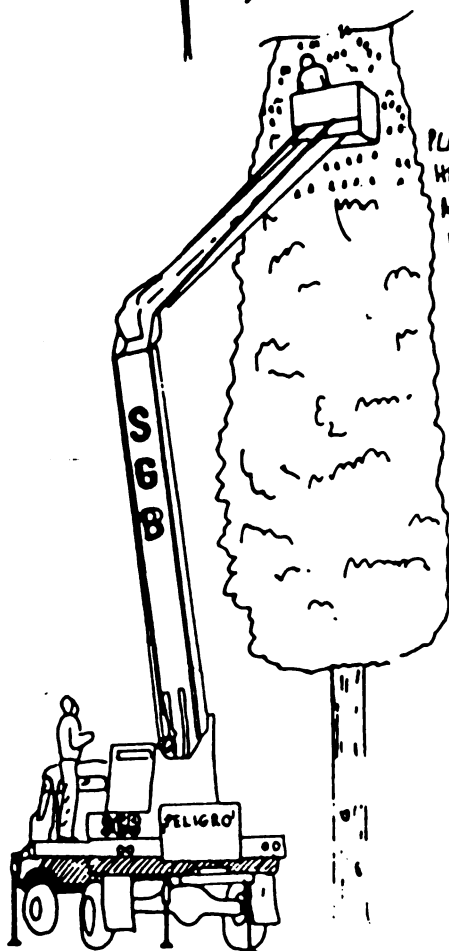
ESCALERA DEL TIPO CORRIENTE EN SECCIONES



ESCALERA DE UN PALO CENTRAL EN SECCIONES



PLATAFORMA HIDRAULICA MONTADA SOBRE UN VEHICULO



ESCALERA DE DOBLE PIE

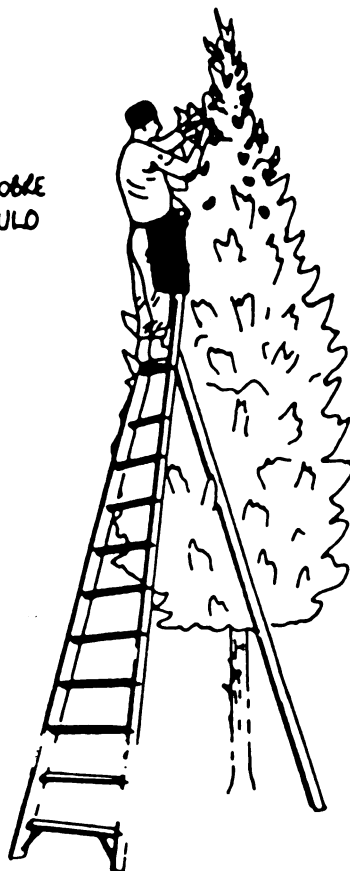
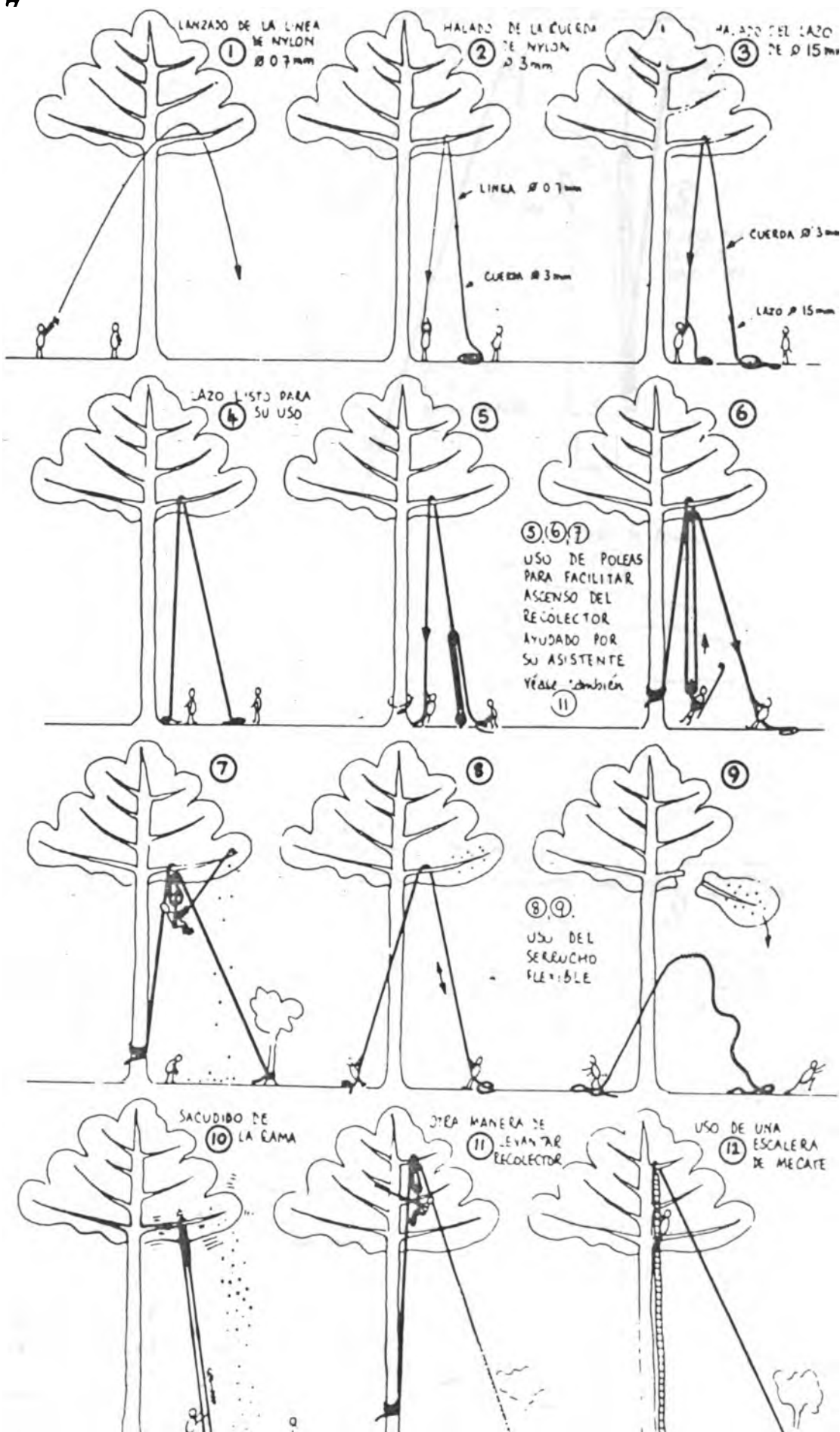


Figura 7

Pasos en el lanzamiento de una línea y su uso.



Diferentes diseños de cortadores.

Figura 11

ESCALA: MANGOS DE $\phi = 25\text{mm}$

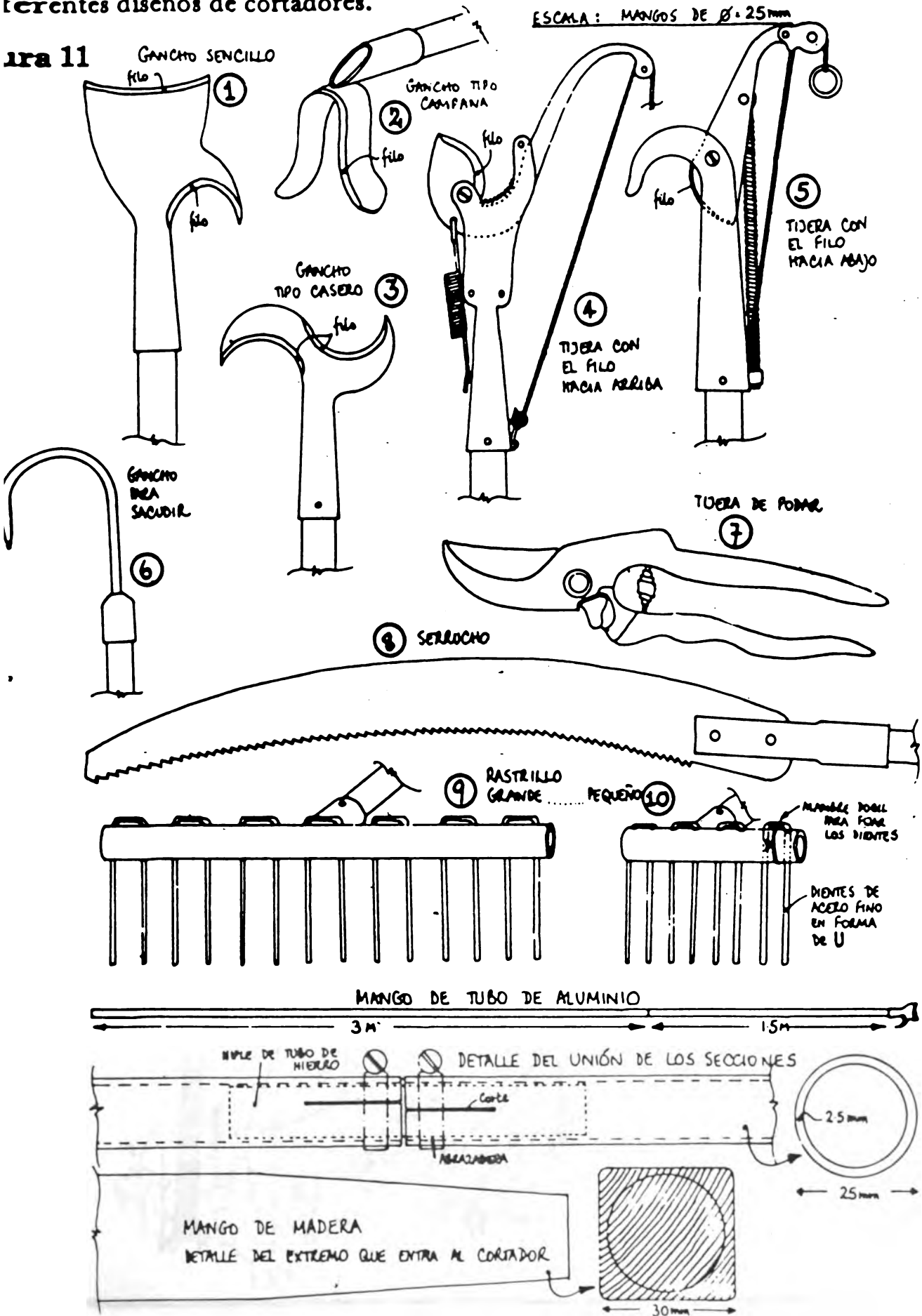
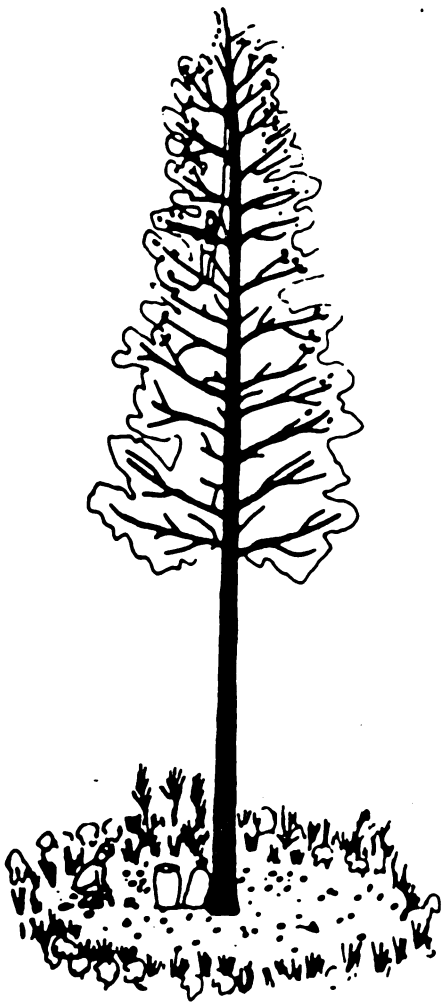
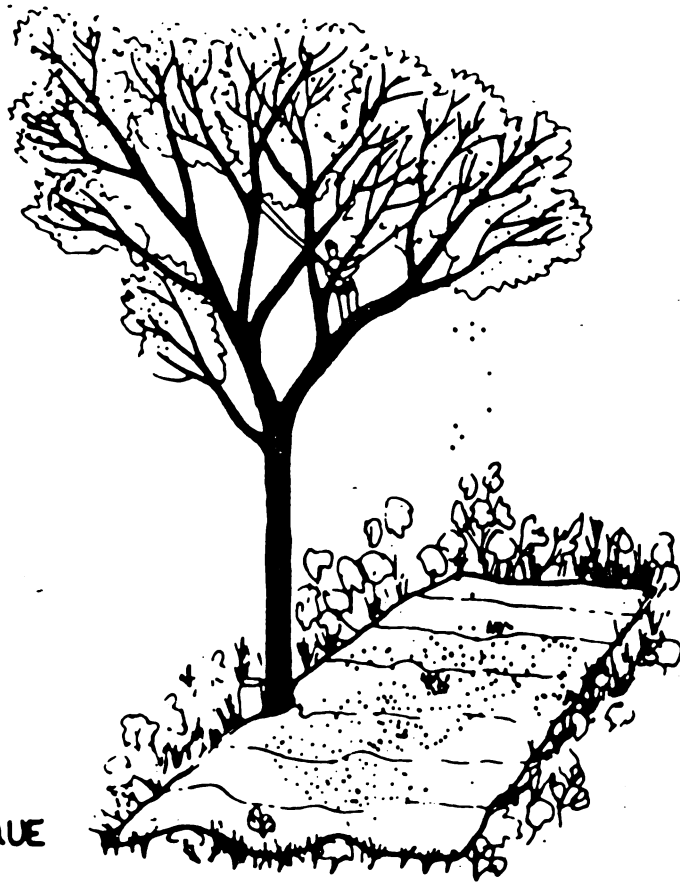


Figura 13.

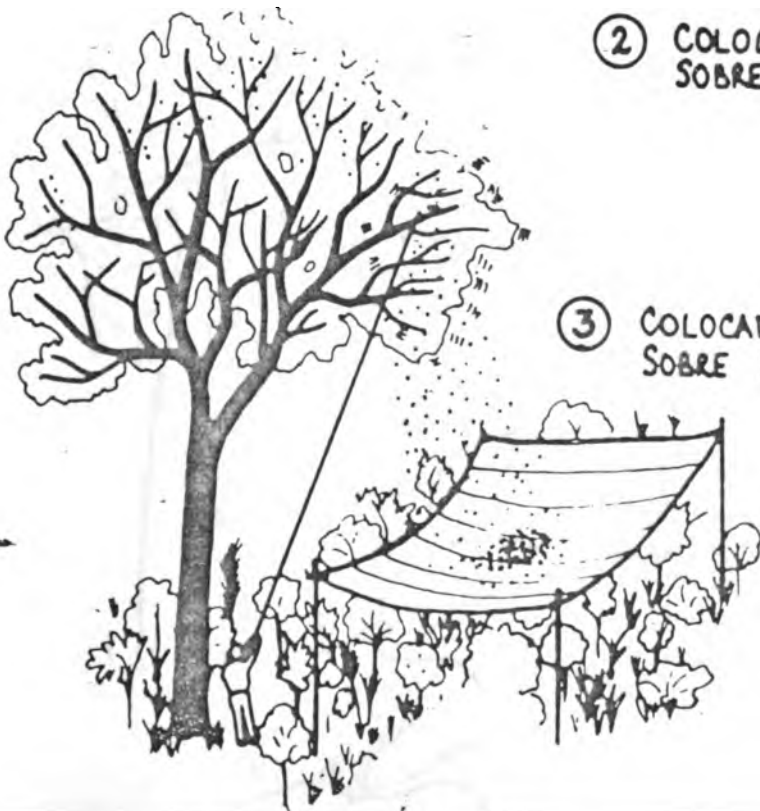
Diferentes técnicas de colección de frutos.



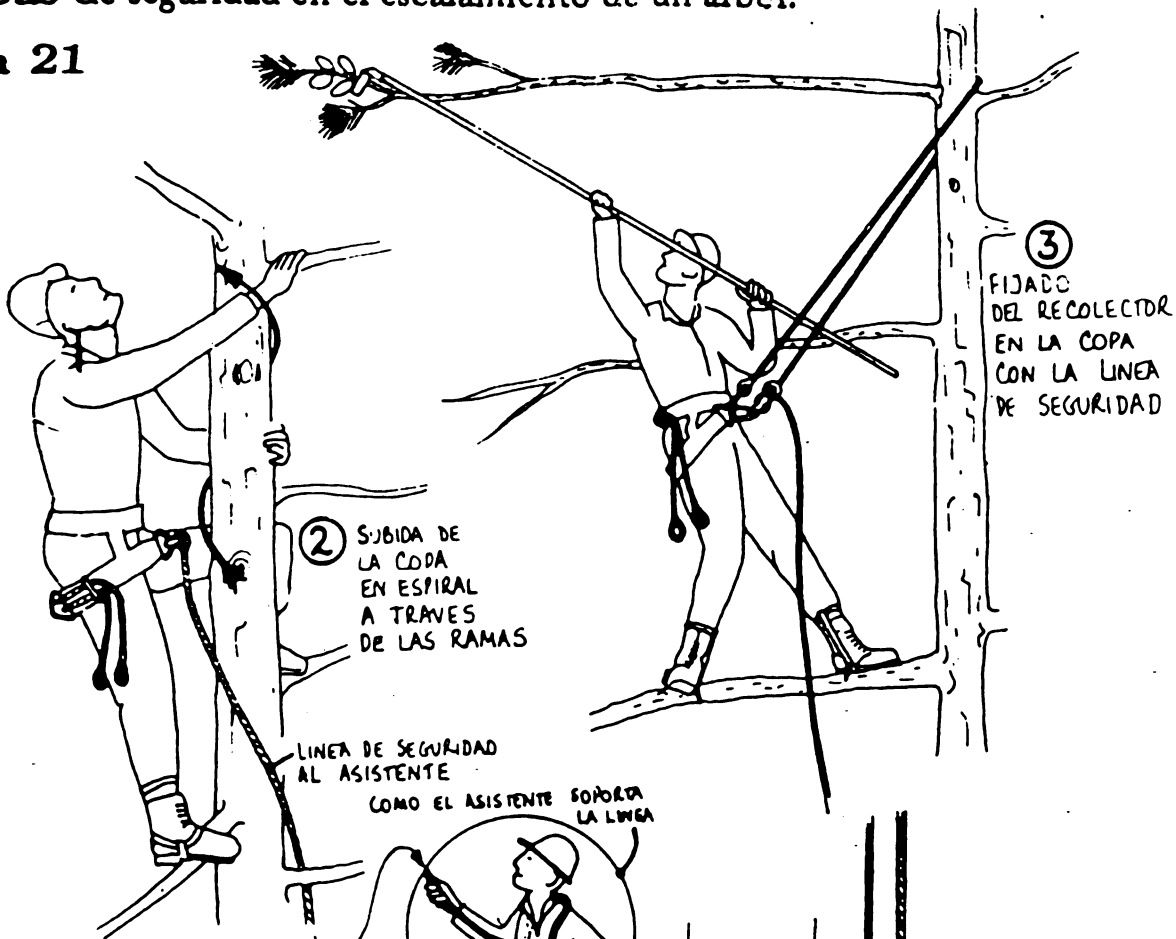
① LIMPIEZA DEL SOTOBOSQUE



② COLOCADO DE MANTA
SOBRE EL PISO.



③ COLOCADO DE MANTA
SOBRE POSTES.



PRODUCCION Y RENDIMIENTOS DE RECOLECCION Y PROCESAMIENTO

DE SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES TROPICALES

*Luis Fernando Jara N. **

I.- INTRODUCCION

El Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR) del CATIE tiene como objetivo general el mejoramiento de la calidad física y genética de las semillas forestales que se están utilizando en los programas de reforestación en América Central y República Dominicana. Una de las estrategias para cumplir este objetivo, es la promoción de grupos o asociaciones de productores de semillas forestales del sector privado principalmente, para que se organicen y se incorporen al proceso de mejoramiento y comercialización de este insumo en la región.

Para ello, PROSEFOR ha llevado a cabo una serie de seminarios informativos y de preparación para conformación de estos grupos y en los cuales han surgido dudas y cuestionamientos sobre la bondad técnica y económica para tomar la iniciativa de incorporarse al proceso de comercialización de las semillas. Algunas de estas incógnitas son relacionadas al desconocimiento tanto de los productores como de PROSEFOR sobre la producción de semillas por individuo o por unidad de área, sobre los rendimientos y costos de recolección y procesamiento y sobre los precios de venta del producto, entre los más destacados.

Atendiendo a estas demandas de carácter técnico y económico, el PROSEFOR consideró relevante llevar a cabo un estudio indicativo para determinar la producción de freutos y semillas y los rendimientos de recolección y procesamiento de las especies prioritarias en Centro América. Así, satisfecerá en gran medida las solicitudes de los productores y contribuirá al conocimiento sobre estos aspectos, que son muy escasos para el caso de las especies forestales tropicales.

* Asistente Técnico, PROSEFOR - CATIE

Cuadro 1.- Lista de especies forestales y localización geográfica.

Nombre Científico	Nombre Común	Sitio	Municipio Cantón	Departa. Provincia	País
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalipto	Hacienda Sta. Bárbara	Olocuilta	La Paz	El Salvador
<i>Eucalyptus citriodora</i>	Eucalipto	Hacienda El Sunza	Izalco	Sonsonate	El Salvador
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>	Eucalipto	Hacienda Tihuilocoyo	Santiago	La Paz	El Salvador
<i>Eucalyptus deglupta</i>	Eucalipto	Charrara	Paraiso	Cartago	Costa Rica
<i>Alnus acuminata</i>	Jaúl	Prusia	Oreamonos	Cartago	Costa Rica
<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba	Sardinal	Puntarenas	Puntarena	Costa Rica

2.- Sitios de recolección

Se tomaron muestras en seis sitios en El Salvador y Costa Rica. Con *E. citriodora* se muestrearon dos rodales en diferentes condiciones ambientales en El Salvador. Las características climáticas y geográficas de los sitios de muestreo se presentan en el Cuadro 2. Cuatro sitios se encuentran en la franja baja tropical, uno en la media y otro en la alta. Cuatro sitios están localizados en terrenos planos y sólo dos en pendientes.

Cuadro 2.- Características climáticas y geográficas de los sitios.

Características	Santa Bárbara	El Sunza	Tihuilocoyo	Charrara	Prusia	Sardinal
Zona de Vida	bh-T	bh-PM	bh-T	bh-PM	bh-MB	bh-T
Altitud (msnm)	380	600	20	970	2650	70
Longitud (E)	89° 07'	89° 34'	88° 58'	83° 48'	83° 53'	84° 50'
Latitud (N)	13° 33'	13° 45'	13° 27'	9° 49'	9° 58'	10° 07'
Precip. (mm/a)	1969	2274	1727	1926	1516	2274
Temp. M. A. (°C)	26.5	24.2	26.8	21.0	15.1	24.0
Pendiente (%)	5.5	30.0	2.0	1.0	45.0	5.0
Aspecto	Colina Baja	Colina Media	Llano	Llano	Colina Alta	Llano

3.- Tipos de Rodales

En el Cuadro 3 se describen los tipos de rodales en donde se realizó el muestreo y las principales características de los mismos. Todos con excepción de uno (Caoba), son plantaciones artificiales. Los rodales escogidos son de avanzada edad o maduros, capaces de fructificar y producir semilla. Algunos de ellos, han sido sometidos a aclareos para su mejoramiento fenotípico. Se incluye además, el tipo de fuente semillera, de acuerdo a la clasificación propuesta por PROSEFOR (Mesén, 1994).

Cuadro 3.- Descripción general de los rodales.

Características	Santa Bárbara	El Sunza	Tihuilo-coyo	Charrara	Prusia	Sardinal
Tipo de Rodal	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación	Plantación	Arboles dispersos
Edad (años)	17	14	10	---	---	---
Area Tot. (ha)	0.5	2.5	2.0	1.0	0.5	---
Densidad (a/ha)	270	240	390	480	1111	8-10
Altura Prom.(m)	25.0	19.9	24.0	34.0	33.4	20.4
DAP Prom. (cm)	23.5	23.2	26.8	21.0	34.8	77.5
Número Raleos	3	2	2.0	1.0	0.0	0.0
Clasific. Fuente	R. S.	F. S.	F. S.	F. I.	F. I.	F. I.

4.- Metodología

4.1.- Producción de frutos y semillas.

Dentro de cada uno de los rodales escogidos, se procedió en primera instancia, a tomar toda la información general sobre el sitio y sobre el rodal en los formularios elaborados para este propósito (ver Anexo 1). Posteriormente, se levantó una o dos parcelas de 1.000 m², dependiendo de la variabilidad del terreno, con el fin de determinar los siguientes parámetros:

- Calificación de árboles categoría 1,2 y 3 según. PROSEFOR (Mesén, 1994)
- Árboles susceptibles de ser escalados por operarios
- Número total de árboles (densidad)

En una de las parcelas se seleccionaron cinco árboles maduros, dominantes, vigorosos, con abundante cantidad de frutos y semillas maduras y procurando que fueran de la misma altura y diámetro. A cada árbol se le tomó la información consignada en el formulario del Anexo 2 y que se refiere a:

- Altura total (0.1 m) tomado con Haga
- Diámetro a la altura del pecho DAP (0.1 cm) tomado con cinta diamétrica
- Diámetro de copa (m) proyección sobre el suelo en sentido N-S y E-O

El escalador utilizó manilas y espuelas para el ascenso al árbol y una tijera podadora de extensión para cortar las ramas y/o frutos de la copa. Sobre la base del árbol se extendió un plástico negro para lograr obtener las ramas con los frutos cortados por el escalador.

Se recolectó todos los frutos y/o semillas de cada árbol en forma individual y en el campo se pesó en balanza con aproximación al 0.1 kg. Los frutos y/o semillas fueron transportados en sacos de lona al Banco de Semillas del Servicio Forestal de El Salvador y al Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del CATIE en Costa Rica, para el de secado.

Las semillas fueron secadas al ambiente y a pleno sol y otras bajo sombra (Caoba). Después de separar los frutos y la basura de la semilla, se pesó la semilla limpia en balanza de precisión con aproximación al 0.01 kg. Se tomó una muestra al azar de 50 g para los Eucalyptus y Jaúl y de 400 g de Caoba y se llevó al laboratorio del BLSF del CATIE para someterla a las pruebas rutinarias de calidad física de acuerdo a las normas del ISTA (1993) y que fueron:

- Contenido de humedad (%)
- Pureza
- Peso de 1000 semillas (g)
- Número de semillas puras por kg
- Germinación (%)
- Energía germinativa (%)

El trabajo de gabinete para esta sección del estudio, se dedicó a calcular lo siguiente:

- Producción de frutos y semillas por árbol
- Producción de frutos y semillas por ha
- Proporción de árboles susceptibles de escalar y obtener semilla
- Relación de peso fruto/semilla seca y limpia.
- Calidad de semilla procesada en laboratorio

4.2.- Rendimiento de recolección y procesamiento.

Dentro de la misma parcela descrita en la sección anterior, para el caso de El Salvador se contrató un equipo de dos operarios de la región, con algún grado de destreza en escalamiento de árboles, para que realizara la recolección de frutos/semillas. Al final de la jornada normal de trabajo, se pesó con balanza con aproximación a 0.1 kg, todos los frutos/semillas recolectados de todos los árboles en conjunto, libres de ramas y hojas y se tomaron los registros para cada árbol en los formularios del Anexo 2. Esta tarea se repitió durante tres días seguidos, con los mismos operarios y siempre dentro de la parcela delimitada. En Costa Rica se emplearon dos operarios del BLSF para el proceso descrito anteriormente.

Una vez pesado en campo los frutos, se llevaron al casco de la finca o hacienda en El Salvador y al BLSF en Costa Rica, para el secado. Los frutos obtenidos de cada día se mantuvieron separados para este proceso. En los dos casos se secaron los frutos al ambiente a pleno sol para los Eucaliptos y a la sombra para el Jaúl y la Caoba. Se registró el tiempo que tomó un operario para el secado y limpieza y se registró diariamente. Al final del procesamiento (de 3 a 5 días), se pesó la semilla seca y limpia, se totalizó el tiempo del operario y se llevó la semilla al respectivo Banco para su almacenamiento.

Se tomó una muestra de 50 g de semilla de Eucaliptos y Jaúl y 400 g de Caoba y se llevó al BLSF del CATIE para determinación de calidad física, de igual forma que en la fase anterior.

En oficina se complementó la información realizando los siguientes cálculos:

- Rendimiento de recolección de frutos/semilla (kg/h/d)
- Rendimiento de procesamiento de semilla (kg/h/d)
- Calidad de semilla procesada en casco de la hacienda en El Salvador

5.- RESULTADOS PRELIMINARES

5.1.- Producción de semillas

Los Cuadros 4 y 5 muestran los resultados de producción de frutos y semilla seca y limpia de *E. citriodora* obtenida del promedio de cinco árboles de dos fuentes semilleras de El Salvador. La producción promedio de frutos varía entre 18 y 20 kg/árbol y de semilla entre 0.67 y 0.68 kg/árbol. Se nota variación de la producción entre árboles, debido a su tamaño y principalmente por la conformación de la copa.

Cuadro 4.- Producción de semilla de *E. citriodora* de la Hda. El Sunza, Sonsonate, El Salvador.

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/ semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	28.1	21.0	7.0	6.0	21.7	0.59	37:1
2	20.4	19.5	3.5	4.0	23.8	0.74	32:1
3	19.6	15.5	4.5	4.0	18.5	0.65	29:1
4	24.5	20.0	5.5	8.0	18.0	0.62	29:1
5	20.8	18.0	5.6	5.0	22.3	0.80	28:1
Promedio	22.7	18.8	5.2	5.40	20.9	0.68	31:1

Cuadro 5.- Producción de semilla de *E. citriodora* en la Hda. Santa Bárbara, La Paz, El Salvador

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	23.4	17.6	8,0	7.2	15.6	0.53	29:1
2	24.2	18.6	5.0	6.3	20.7	0.80	26:1
3	29.9	17.4	5.5	7.5	17.5	0.72	24:1
4	22.0	20.4	6.8	6.3	10.0	0.48	21:1
5	23.1	19.8	7.7	6.3	24.0	0.82	30:1
Promedio	24.5	18.8	6.6	6.7	17.6	0.67	26:1

Se puede estimar que para obtener un kg de semilla seca y limpia de *E. citriodora*, se requiere recolectar 30 kg de frutos verdes, bajo las condiciones ambientales de El Salvador.

En el Cuadro 6, se presenta la producción de frutos y semillas de *E. camaldulensis* de la fuente de Tihuilocoyo en El Salvador. La variación entre árboles es bastante elevada, siendo los árboles 3 y 5 los que presentan los extremos bajo y alto. Un árbol puede llegar a producir 18 kg de frutos, que corresponde a 1.7 kg de semilla seca y limpia. Para producir un kg de semilla se requiere recolectar 11 kg de frutos aproximadamente.

Cuadro 6.- Producción de semilla de *E. camaldulensis* en la Hda. Tihilocoyo, La Paz, El Salvador.

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	34.6	30.5	7.7	8.2	12.5	1.7	7:1
2	33.0	30.0	6.0	7.4	11.6	1.2	10:1
3	31.0	22.5	7.1	6.3	4.7	0.7	7:1
4	38.0	33.0	7.8	8.5	25.6	1.9	14:1
5	34.7	24.0	9.3	9.5	38.3	3.2	10:1
Promedio	34.3	28.0	7.6	8.0	18.5	1.7	11:1

En el Cuadro 7 se indica la producción de semilla de *E. deglupta* en Charrara, Costa Rica, proveniente de árboles muy grandes y de un rodal de baja densidad mezclado con otras especies. La variación es muy alta debido al árbol 1: si no se tiene en cuenta esta ejemplar, la variación baja sustancialmente. Se puede afirmar que la producción media por árbol fue de 24 kg para obtener casi 0.7 kg de semilla seca y limpia. Lo anterior indica que para obtener un kg de semilla se requiere de casi 34 kg de frutos verdes.

Cuadro 7.- Producción de semilla de *E. deglupta* en Charrara, Cartago, Costa Rica.

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	45.5	37.0	11.5	14.3	32.2	0.46	70:1
2	55.2	37.2	13.7	17.0	36.7	1.16	32:1
3	42.0	36.0	7.6	8.2	13.4	0.42	32:1
4	55.2	29.0	10.0	13.2	7.9	0.26	31:1
5	44.2	30.6	11.5	10.5	37.1	0.95	39:1
Promedio	48.2	34.0	10.9	12.6	25.5	0.65	41:1

Para el caso del Jaúl, el Cuadro 8 presenta los resultados de producción. Se observó variación entre árboles muy alta, pero descartando el número 4, se reduce sustancialmente y aumentan las cifras. La producción promedio de frutos fue de 12.2 kg/árbol, que corresponde a 0.57 kg/árbol de semilla seca y limpia. La relación de fruto/semilla se convierte a 23:1.

Cuadro 8.- Producción de semilla de *Alnus acuminata* en Prusia, Cartago, Costa Rica.

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	55.0	37.5	11.4	9.7	27.3	1.41	19:1
2	45.5	33.7	9.2	4.9	9.3	0.42	22:1
3	53.3	27.5	11.5	11.3	9.3	0.30	31:1
4	41.7	38.0	7.8	6.0	1.4	0.13	10:1
5	43.0	30.5	9.5	7.5	2.8	0.15	19:1
Promedio	47.0	32.0	9.9	7.9	10.0	0.48	20:1

En Caoba de Costa Rica, sólomente se logró obtener información confiable de tres árboles, por cuanto hubo mezcla de lotes de semillas en dos de los árboles seleccionados. Sin embargo, la información es valiosa para esta especie; uno de los árboles presentó valores muy altos de semilla, lo cual hizo que la variación entre árboles fuera alta. La producción de frutos fue de 138.3 kg/árbol que representaron 4.2 kg de semilla por árbol. Se requiere de casi 40 kg de frutos para obtener un kg de semilla.

Cuadro 9.- Producción de semilla de *Swietenia macrophylla* en Sardinal, Puntarenas, Costa Rica.

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/ semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1	68.5	16.2	N. D.		181.4	7.4	25:1
2	58.2	18.7	N. D.		134.7	2.9	46:1
3	61.7	23.3	N. D.		98.7	2.4	41:1
Promedio	48.2	19.4	N. D.		138.3	4.2	37.3

N.D. No determinado

En general la información obtenida de esta sección es valiosa, pero debe utilizarse con precaución, por cuanto son resultados preliminares de tan sólo un año de registro, se observó alta variación entre árboles y serían aplicables a condiciones ambientales similares a los sitios de los rodales.

5.2.- Rendimientos de recolección.

En los Anexos 3, 4 y 5 se presentan los resultados de los rendimientos de mano de obra empleada para la recolección de frutos de *E. citriodora* y *E. camaldulensis* en tres fuentes semilleras en El Salvador. Incluye además, las características de los árboles de donde se obtuvo los frutos, el número de operarios (equipos de dos escaladores) que laboraron y las horas por día que emplearon en la faena.

Los operarios que realizaron esta labor fueron del mismo sitio y son conocedores de los árboles de eucaliptos. Durante los tres días de muestreo, se les asesoró en la utilización del equipo mínimo de ascenso y en las medidas de seguridad. Los rendimientos varían relativamente, en la medida de la jornada de trabajo y del tamaño de los árboles escogidos para recolección. En la Hda. El Sunza laboraron dos equipos de dos operarios mientras que en los otros sólo uno. Se notó diferencias marcadas de las jornadas de trabajo en cada región.

En el Cuadro 10 se muestra los resultados resumidos de los rendimientos de mano de obra en la recolección para los tres sitios de El Salvador. Es importante resaltar, que los rendimientos de recolección de frutos y la jornada de trabajo para el *E. citriodora* fueron similares entre los dos sitios (22 kg/h/d y 6.3 hr/d), mientras que los rendimientos en la semilla fue relativamente diferente. Lo anterior quiere decir, en términos prácticos, que para recolectar un kg de semilla seca y limpia se necesita de 2.5 jornales.

Para el *E. camaldulensis* el rendimiento es mucho mayor por el tamaño del fruto (más grande y pesada que el de *E. citriodora*), lográndose que un hombre recolecte más de un kg de semilla seca y limpia por día (1.23). En otras palabras, para recolectar un kg de semilla seca y limpia se requiere de sólo de un poco menos de un jornal.

Cuadro 10.- Resumen de los rendimientos de mano de obra en recolección de frutos en El Salvador

Sitio	Especie	Producción		Rendimiento en		
		Fru.	Sem.	Recolección		
Nombre	Nombre	kg		Frutos (k/h/d)	Semilla (k/h/d)	Jornada (hr/d)
Hda. Santa Bárbara	Eucalyptus citriodora	135.0	2.61	22.5	0.435	6.5
Hda. El Sunza	Eucalyptus citriodora	257.4	5.28	21.5	0.374	6.1
Hda. Tihui-locoyo	Eucalyptus camaldulen.	55.2	6.3	6.5	1.23	4.0

Los resultados de rendimientos para las especies en Costa Rica, se muestran en forma detallada en los Anexos 6, 7 y 8. Igualmente se describen las características de los árboles de donde se obtuvo la semilla y demás información como para el caso de El Salvador.

Es importante señalar, que la mano de obra utilizada para esta especie fue de carácter especializada, ya que fueron los operarios del BLSF del CATIE. Esto implica supuestamente un mayor rendimiento, mejor utilización de los equipos de ascenso y de aplicación de las medidas de seguridad. Para las tres especies, el equipo de recolección no logró obtener semilla de más de dos árboles por día, ya que debido a su desplazamiento diario desde el CATIE hasta el rodal ó del caserío más cercano a las Caobas, reducía sustancialmente la jornada de trabajo.

A pesar que los árboles escogidos para este propósito fueron relativamente del mismo tamaño, se encontró también una alta variabilidad en la recolección diaria de frutos y semillas.

En el Cuadro 11 se resume los resultados de los rendimientos de mano de obra en recolección en frutos y semillas de las especies *E. deglupta*, *Alnus acuminata* y *Swietenia macrophylla*. Es lógico que se encuentren diferencias muy marcadas entre las especies debido principalmente al tamaño de los frutos y de los árboles.

En *E. deglupta* se presentó la jornada de trabajo más prolongada (3.3 hr/d), obteniéndose un rendimiento de 12.7 kg/h/d de frutos y 0.32 de semilla seca y limpia. Esto quiere decir, que para recolectar un kg de semilla seca y limpia de esta especie se requieren un poco más de tres jornales de operario calificado.

Para el Jaúl y la Caoba las jornadas de trabajo fueron similares y aún menores que para *E. deglupta*. Aparte de la distancia de los rodales, se presentó lluvias en el sitio de Jaúl. Para esta especie se obtuvo sólomente 5.0 kg/h/d de frutos que produjeron 0.24 kg de semilla seca y limpia. En otras palabras, se requiere de un poco más de cuatro jornales para obtener un kg de semilla de Jaúl.

El caso de la Caoba, por su tamaño y facilidad de recolección rinde aparentemente más; se obtuvo casi 70 kg/h/d de frutos recolectados que correspondieron a 2.12 kg/h/d de semilla seca y pura. Esto equivale a decir, que un jornal puede recolectar un kg de semilla pura por día.

Cuadro 11.- Resumen de los rendimientos de mano de obra en recolección de semillas de tres especies en Costa Rica.

Sitio	Especie	Densidad Rodal	Rendimiento en Recolección		
			Frutos (k/h/d)	Semilla (k/h/d)	Jornada (hr/d)
Nombre	Nombre	arb/ha			
Charrara	<i>Eucalyptus deglupta</i>	480	12.7	0.32	3.3
Prusia	<i>Alnus acuminata</i>	570	5.0	0.24	1.7
Sardinal	<i>Swietenia macrophylla</i>	Disper-sos	69.1	2.12	1.9

5.3 Rendimientos de procesamiento

Este proceso fue sencillo y simple y realmente no demanda mucha mano de obra pero sí cuidado y presencia en los cambios bruscos de clima. Para el caso de las especies de El Salvador, el procesamiento se evaluó de los frutos recolectados por los operarios de cada una de las haciendas y realizado allí mismo. Para los frutos recolectados de los rodales de Costa Rica, se tomó los realizado por los funcionarios del BLSF y procesado allí mismo.

En el Cuadro 12 se muestra un resumen de la mano de obra utilizada para el secado y limpieza de la semilla de las cinco especies forestales. Como se puede observar, los rendimientos no varían demasiado, pero se nota un mayor consumo de mano de obra en aquella especie con semillas más pequeñas, como es el caso del *E. deglupta* y *Alnus acuminata*. Otro factor que interviene en el rendimiento es el tiempo de secado, y esto se demuestra con la Caoba, que a pesar de tener el fruto más grande y más fácil de manipular, permanece mucho tiempo para secarse, al menos bajo las condiciones climáticas de Turrialba (alta humedad relativa).

Cuadro 12.- Rendimiento de mano de obra para procesamiento de semillas de cinco especies forestales en El Salvador y Costa Rica

Sitio	Especie	Cantidad Procesada de Frutos	Rendimiento en Procesamiento		
			Días secado	Jornada (hr/d)	Total (h/d)
Hda. Santa Bárbara	<i>Eucalyptus citriodora</i>	300.0	5	0.25	1.25
Hda. El Sunza	<i>Eucalyptus citriodora</i>	240.0	5	0.25	1.25
Hda. Tihui- locoyo	<i>Eucalyptus camaldulen.</i>	180.0	4	0.25	1.00
Charrara	<i>Eucalyptus deglupta</i>	70.3	7	0.25	1.75
Prusia	<i>Alnus acuminata</i>	38.7	9	0.25	2.25
Sardinal	<i>Swietenia macrophylla</i>	256.8	8	0.25	3.00

5.4.- Calidad física de las semillas

La calidad física de las semillas recolectadas fue determinada por el Laboratorio de Semillas Forestales del BLSF del CATIE en Costa Rica. Las pruebas se realizaron teniendo en cuenta las normas y estándares de la Asociación Internacional de Pruebas de Semillas (ISTA, 1979 ??). Los resultados de estas pruebas rutinarias están resumidos en el Cuadro 13 para las especies del El Salvador.

Cuadro 13.- Análisis de calidad física de semillas forestales de El Salvador.

Especie: *E. citriodora*

Procedencia: Hda. El Sunza, Sonsonate, El Salvador

Procesador	C.H. llegada (%)	Pureza (%)	Peso 1000 sem. (g)	C.H. Lab. (%)	Ger. (%)	Numero semilla viable/ kg	E.G. (d)
Productor	14.7	93.6	4.83	4.7	87.0	167.308	6
CEDEFOR	9.6	95.2	4.69	6.3	89.3	180.528	5

Especie: *E. citriodora*

Procedencia: Hda. Santa Bárbara, La Paz, El Salvador

Procesador	C.H. llegada (%)	Pureza (%)	Peso 1000 sem. (g)	C.H. Lab. (%)	Germ. (%)	Numero semilla viable /kg	E.G. (d)
Productor	11.0	80.1	5.04	5.3	79.3	125.794	5
CEDEFOR	11.5	93.6	4.89	6.4	75.0	139.665	5

Especie: *E. camaldulensis*

Procedencia: Hda. Tihuilocoyo, La Paz, El Salvador

Procesador	C.H. llegada (%)	Pureza (%)	Peso 1000 sem. (g)	C.H. Lab. (%)	Germ. (%)	Numero semilla viable /kg	E.G. (d)
Productor	10.1	9.6	0.53	3.5	84.0	152.174	5
CEDEFOR	10.8			5.5		1239/g	5

Este Cuadro se presta para comparar las calidades de las dos fuentes de procesamiento e indica qué tan aceptable semilla estaría el productor comercializando en un momento dado.

En general se observa que la calidad de la semilla procesada por el productor es similar a la del CEDEFOR, diferenciándose únicamente en que el productor no limpió lo suficiente la semilla y esto se reflejó en la pureza y en el número de semillas viables por kg. Los contenidos de humedad a la llegada al laboratorio fueron relativamente altos, por lo cual fue necesario bajarlos para proceder a su almacenamiento y a los análisis. Este aspecto es fundamental para la comercialización de este insumo.

Para las especies de Costa Rica, los resultados de calidad física se muestran en el Cuadro 14. Alguna información para *E. deglupta* no fue factible determinarla por el tamaño de la semilla. En general se observó un alto contenido de humedad a la llegada al laboratorio, por lo que se procedió a reducirla para el almacenamiento y análisis. La germinación es aceptable como también el grado de pureza y el número de semillas por kg.

Cuadro 14.- Análisis de calidad física de las semillas de Costa Rica.

Especie	C.H. lle- gada (%)	Pure za (%)	Peso 1000 sem. (g)	C.H. Lab. (%)	Germ. (%)	Numero semilla puras /kg	E.G. (d)
<i>Eucalyptus deglupta</i>	11.7	****	****	8.2	7107/g	7.10 millon	6
<i>Alnus acuminata</i>	9.9	96.8	0.7	6.2	62.0	1.43 millon	6
<i>Swietenia macrophylla</i>	9.2	98.9	516.7	4.8	77.0	1935	7

VI.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

- 1.- Se observó alta variabilidad en la producción de frutos entre árboles de las especies estudiadas, a pesar de tratar de escoger individuos de igual tamaño y copa.
- 2.- La información sobre producción debe considerarse como preliminar y como una tendencia general. Debe tomarse en cuenta las condiciones ambientales y las características de los rodales.
- 3.- La especie *E. citriodora* fue estudiada en dos sitios y mostró producción de frutos similar entre ellos a pesar de estar bajo condiciones ambientales y edades diferentes.
- 4.- En términos reales, los rendimientos en la recolección de las especies en Costa Rica se vieron afectados por el desplazamiento de los funcionarios del BLSF. Se sugiere realizar el mismo ejercicio con personal de la región.
- 5.- La actividad de recolección de especies de semilla pequeña no demanda tanta mano de obra como las especies de frutos y semillas grandes.
- 5.- El procesamiento de los frutos y semilla (secados, selección y limpieza) no representa

mayor consumo de mano de obra. Sin embargo, es una actividad que requiere de personal que esté pendiente de los cambios climáticos intempestivos.

6.- En general, la calidad física de la semilla obtenida de seis fuentes semilleras en ambos países es aceptable y no existe diferencia significativa entre la procesada por el Banco de Semillas de El Salvador y el productor.

7.- Es recomendable indicarle al productor mantener la semilla más al sol para lograr bajar más el contenido de humedad.

8.- Se sugiere continuar con el estudio indicativo e incluir los costos de producción de semilla seca y limpia.

VII.- BIBLIOGRAFIA

HOLDRIDGE, L. 1989. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.

MESEN, F. 1990. Clasificación de fuentes de producción de semillas forestales. En: Curso Nacional de Identificación, Selección y Manejo de Fuentes Semilleras. DIGEBOS - PROSEFOR - CATIE. Memorias. Baja Verapaz, Guatemala. Agosto 1 al 5 de 1994. 6 p.

ISTA. 1993. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association. Seed Sci. & Techn. 21. Suplement. Zurich, Switzerland. 288 p.

Anexo 1.

Registro de rendimiento y producción de semillas

1. Especie

Nombre científico: _____ Nombre vulgar o común: _____

2. Localización:

Sitio (Procedencia) _____ Vereda _____

Municipio: _____ Departamento _____

Pendiente: _____ % Fisiografía: _____

Zona de vida: _____ Altitud: _____ msnm

Precipitación promedio anual: _____ mm Temperatura promedio anual: _____ °C.

3. Sobre el rodal:

Tipo: _____ Edad: _____ años

Area total: _____ ha Densidad: _____ arb/ha

Altura promedio: _____ m. DAP promedio: _____ cm.

Número raleos efectuados: _____

ANEXO 2

Información sobre producción de frutos y semillas forestales

Arbol	DAP	Altura Total	Diámetro copa (m)		Peso frutos	Peso semillas	Relación fruto/semilla
No.	(cm)	(m)	N-S (m)	E-W (m)	(kg)	(kg)	(kg)
1							
2							
3							
4							
5							
Promedio							

ANEXO 3

Recolección diaria de frutos de *E. citriodora* en la Hda. El Sunza, Sonsonate, El Salvador

Día	No. árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semi-lla (kg)	No. hombres	Jornada de trabajo (hr/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	3	23.3	21.8	7.2	7.5	57.6	1.60	4	5.0
2	6	26.0	21.2	8.4	8.1	95.5	1.60	4	7.0
3	5	21.8	19.5	6.4	7.5	104.3	2.08	4	6.25
Promedio	4.7	23.7	20.9	7.4	7.7	85.8	1.76	4	6.08

ANEXO 4

Recolección diaria de frutos de *E. citriodora* en la Hda. Santa Bárbara, La Paz, El Salvador.

Día	No. árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semi-lla (kg)	No. hombres	Jornada de trabajo (hr/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	3	27.1	20.2	8.9	7.5	58.2	1.20	2	7.0
2	1	25.4	28.0	5.3	8.8	40.1	0.70	2	4.5
3	2	31.1	26.9	10.0	5.9	36.6	0.70	2	7.0
Promedio	2	28.1	23.7	8.7	7.2	45.0	0.87	2	6.5

ANEXO 5

Recolección diaria de frutos de *E. camaldulensis* en la Hda. Tihuilocoyo, La Paz, El Salvador.

Día	No. árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	No. hombres	Jornada de trabajo (hr/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	2	30.6	26.8	8.3	8.3	14.4	1.5	2	4.0
2	1	36.2	27.5	8.6	7.8	22.0	3.0	2	4.0
3	2	31.6	28.5	9.0	7.7	18.8	1.8	2	4.0
Promedio	1.7	32.8	27.6	8.6	7.9	18.4	2.1	2	4.0

ANEXO 6

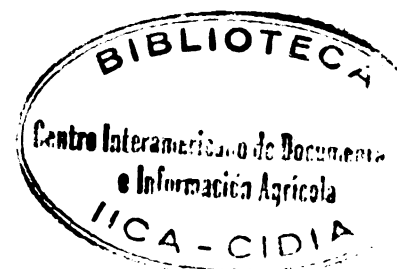
Recolección diaria de frutos de *E. deglupta* en Charrara, Cartago Costa Rica

Día	No. árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semi-lla (kg)	No. hombres	Jornada de trabajo (hr/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	2	50.4	37.1	12.6	15.7	34.5	0.80	2	4.0
2	1	42.0	36.0	7.6	8.2	13.4	0.42	2	2.0
3	2	49.7	29.8	10.8	11.6	22.5	0.660	2	4.0
Promedio	1.7	48.2	34.0	10.9	12.6	25.5	0.65	2	3.3

ANEXO 7

Recolección diaria de frutos de *A. acuminata* en Prusia, Cartago, La Costa Rica

Día	No. árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semi-lla (kg)	No. hombres	Jornada de trabajo (hr/d)
				N-S (m)	E-0 (m)				
1	1	55.0	37.5	11.4	9.7	27.3	1.41	2	2.0
2	2	49.4	30.6	10.4	8.1	9.3	0.36	2	2.0
3	2	42.4	34.3	8.7	6.8	2.1	0.14	2	7.0
Promedio	1.7	47.7	32.0	9.9	7.8	10.0	0.48	2	1.7



ANEXO 8

Recolección diaria de frutos de *Swietenia macrophylla* en Sardinal,
Puntarenas, Costa Rica

Día	No. árboles	DAP (cm)	Altura total (m)	Diámetro de copa		Peso de Frutos (kg)	Peso semilla (kg)	No. hombres	Jornada de trabajo (hr/d)
				N-S (m)	E-O (m)				
1	2	63.4	17.5	N. D.		158.1	5.2	2	1.8
2	1	58.5	23.3	N. D.		98.7	2.4	2	2.0
Promedio	1.5	61.7	19.4	N. D.		138.3	4.2	2	3.0

PROCESAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

MARCO CONCEPTUAL

*Enrique Trujillo N.**

1- INTRODUCCION

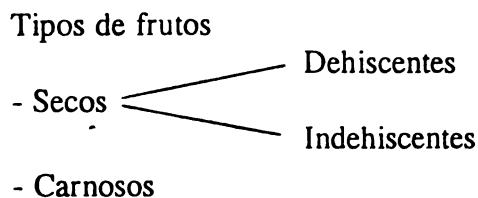
La calidad final de la semilla forestal es también una resultante del proceso de recolección y beneficio. Características como la pérdida de viabilidad, alto porcentaje de impurezas, presencia de enfermedades o ataques de plagas, homogeneidad del material, son en alto grado una consecuencia del procesamiento.

Uno de los procesos de mayor influencia en la calidad, es el control de la humedad en frutos y especialmente en semillas. Este aspecto es de difícil manejo en áreas tropicales y subtropicales debido a las constantes variaciones climáticas, que dificultan el proceso de secado. A este aspecto se suma una significativa heterogeneidad en los frutos en términos anatómicos, morfológicos, composición química, forma, tamaños y dureza entre otras características; esta situación dificulta el uso de tecnologías y equipos que posibiliten una uniformidad en los procesos.

Cada especie tiene un sistema de proceso diferente, atendiendo a las características que le son propias y las técnicas y equipos que se ajusten a esas características.

2- TIPOS DE FRUTOS

La clasificación de los frutos en función del procesamiento puede verse de diferentes puntos de vista:



* Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. PROSEFOR/CATIE

Con esta clasificación general se enmarca la gran mayoría de las especies, pero es inconveniente su generalización, ya que existen frutos carnosos cuyos tratamientos son comunes a los frutos secos, como puede ser el caso de *Cassia fistula*, especies que pueden ser procesadas por un período de fermentación en agua.

Resulta conveniente agrupar en función de su tipo de manejo de la siguiente manera:

- Conos
- Frutos secos
- Frutos carnosos
- Frutos de especies recalcitrantes

Con esta clasificación general, es posible establecer un diagrama de procesamiento tal como lo presenta Stubsgaard y Moestrup (1991). (Ver Diagrama).

3. ALISTAMIENTO

Los frutos y semillas llegan de los sitios de colecta en sacos o canastas. Por las condiciones propias del transporte aumenta la humedad y temperatura que se desarrolla incrementada por la respiración y el apilamiento a que se someten los frutos.

Una vez llegan los frutos a los sitios de proceso, deben ser ubicados bajo condiciones de buena ventilación y aislados de posibles fuentes de contaminación y otros agentes externos, como cambios bruscos de las condiciones medioambientales.

4. PRELIMPIEZA

Las condiciones de campo no facilitan el adecuado manejo de la semilla y ocasionalmente se hace necesario empaquetar los frutos con elementos indeseables tales como ramas, hojas, insectos, rocas u otros materiales del medio, los cuales pueden estar húmedos o contaminados.

Estos elementos deben ser eliminados a la brevedad posible y proceder al almacenamiento temporal teniendo cuidado de no perder la identidad y la viabilidad; preferiblemente deben

evitarse empaques impermeables ya que estos facilitan el aumento de la temperatura en su interior o colocar los frutos directamente bajo los rayos del sol. Los períodos bajo el sol deben ser lo más cortos posible.

5. CRITERIOS PARA EL SECADO

En general el secado se utiliza para facilitar la extracción de las semillas del interior del fruto y posteriormente para acondicionar la humedad de la semilla.

Independientemente del método utilizado el proceso es similar para la mayoría de las especies forestales. En especies recalcitrantes es necesario tener precauciones dada su tendencia a mantener su viabilidad solo en condiciones de alto contenido de humedad; especies como *Inga sp*, suelen perder su viabilidad solamente por la exposición directa al sol por más de 6 horas.

Algunos frutos presentan un alto contenido de humedad y no resulta conveniente bajarlo bruscamente, a este grupo de semillas pertenecen en general los pinos. Es necesario aplicar un presecado en un lugar fresco y bien ventilado por un espacio de 15 días y posteriormente someterlos a un secado convencional.

Puede afirmarse que el proceso de secado comprende al menos 2 fases, una inicial donde se produce la pérdida de agua de la superficie y otra representada por la pérdida de agua que migra del interior a la superficie.

Dada la lentitud propia del proceso, resulta inconveniente exagerar las condiciones del secado, como lo puede ser alta temperatura.

El proceso debe ser lento y gradual. Un proceso brusco puede inducir un tipo de dormancia secundaria tal como se ha comprobado en *Pinus caribaea*, *Var. bahamensis*.

Si el proceso es lento se puede propiciar la aparición de microorganismos que pueden afectar la calidad fisiológica de la semilla.

La inducción de la apertura de fruto está directamente relacionada con su contenido de humedad. Por ejemplo los conos de los pinos con un nivel de contenido de humedad de 20-

25% no abren, su apertura se produce cuando baja a 10-15%.

La apertura de los frutos está estrechamente relacionada con su madurez. Los frutos inmaduros usualmente presentan mayor demora para su apertura.

La composición química también tiene influencia en el proceso de secado de frutos, especialmente en frutos serosos, con altos contenidos de resinas o componentes similares.

En general los factores que afectan el proceso de secado, se indican como el equilibrio higroscópico, el contenido de humedad de frutos y semillas, las condiciones del aire (circulación y humedad relativa) y la temperatura.

El comportamiento del contenido de humedad depende de la humedad relativa en correlación directa con la temperatura. A una elevación de temperatura aumenta la capacidad de retención de humedad del aire y por tanto su humedad relativa.

En la medida que aumenta la humedad relativa, se disminuye la eficacia en la pérdida del contenido de humedad. El equilibrio higroscópico ocurre cuando en la semilla se equilibra, se hacen equivalentes la humedad relativa y el contenido de humedad interno y no se produce pérdida o ganancia de agua.

Se entiende que a menor humedad relativa, la semilla pierde más fácilmente agua, pero existe un punto de equilibrio.

El período necesario de la semilla para llegar a un contenido de humedad a equilibrio higroscópico depende de la especie, de la naturaleza de la semilla y principalmente de la temperatura.

A mayor temperatura se llega más rápidamente a un contenido de humedad en equilibrio.

Cuando la semillas presentan un alto contenido de humedad y se utilizan temperaturas altas se pueden perder rápidamente la capacidad de germinación o el vigor o inducir dormancia. El contenido de humedad final y adecuado para su conservación, depende de cada especie.

Puede indicarse que la variación de la humedad de material recién colectado se encuentra superior al 45% dependiendo de la especie, cuando se baja la humedad para su conservación

a niveles del 18-20%, tanto la respiración como la presencia de microorganismos es alta causando la pérdida de viabilidad por su rápido deterioro, con una humedad entre el 13-16% las semillas adquieren mayor resistencia a daños mecánicos y con 8-9% se disminuye el ataque de microorganismos.

Muchas especies forestales no soportan la reducción de su contenido de humedad y pierden rápidamente su capacidad de germinar (especies recalcitrantes).

La temperatura usada en el proceso de secado debe variar en función de la naturaleza de la semilla y el contenido de humedad inicial.

La temperatura de secado debe ser menor en tanto sea mayor el contenido de humedad de la semilla y debe ser gradualmente aumentada en la medida que va bajando el contenido de humedad.

5.1 Secado natural

El secado natural se asocia con las condiciones naturales y por lo tanto se sujeta a las modificaciones de las condiciones climáticas.

Es más barato y lento que el artificial. Se fundamenta en el calor del sol y el intercambio de aire, y se afecta por el nivel de humedad relativa.

Para lograr una mayor efectividad, los frutos deben colocarse en capas de poco espesor (dependiendo del tamaño del fruto), variando de 5-20cm.

Durante el tiempo de secado los frutos deben ser constantemente revueltos para propiciar un secado homogéneo y suficiente aireación a todo el lote para lograr una mayor homogeneidad. El proceso debe ser cuidadosamente supervisado para evitar el efecto de condiciones inapropiadas tales como cambios bruscos de temperatura, exceso de humedad, pérdida de material u otras que afecten directamente la calidad de la semilla.

Durante la noche las condiciones cambian significativamente y en general no hay opción para la supervisión, los frutos y semillas deben ser cubiertos y colocados en áreas protegidas, con lo cual aún se puede conservar el calor ganado durante el día.

El tiempo que frutos y semillas permanecen en condiciones de secado natural, depende de las condiciones climáticas locales y el contenido de humedad al cual se encuentran.

Aunque cada especie y condición climática determinan la duración del proceso, se puede indicar que bajo condiciones generales de baja humedad pueden durar entre 3-5 días ó 8-10 días si las condiciones son lluviosas.

Cada especie, se puede desarrollar un proceso particular dadas las significativas diferencias en tamaño, forma, composición química, características físicas y fisiológicas.

5.1.1 Equipo e implementos

El secado natural tiene una ventaja muy aplicable a las condiciones de los países tropicales, de requerir equipos poco sofisticados o costosos.

Se utilizan lonas, empaques, secadores tipo cafetero, cribas, cajones de secado y toda una gama de accesorios en general todos con posibilidad de fabricación artesanal y bajo costo.

5.2 Secado artificial

El secado artificial resulta en general más eficiente debido a que no depende de las condiciones climáticas y puede controlar artificialmente los factores que influyen en la pérdida de agua.

Usualmente se controla temperatura, humedad relativa y circulación de aire. El control de las condiciones depende de cada especie y el contenido inicial de humedad.

Existe una variada gama de equipos e implementos para el secado artificial, funcionan a base de bombillos, resistencias eléctricas, colecta y almacenaje de energía solar, equipos para bajar la humedad relativa e interacciones de estas opciones. Independientemente del sistema explicado, se utilizan gavetas de diferente tamaño cuyo fondo se compone de cribas de variado calibre.

Al igual que en el secado natural los frutos y semillas sometidos a un proceso de secado artificial, deben someterse a una supervisión estricta de las condiciones y la remoción permanente del material.

La apertura y acondicionamiento de frutos dependen del contenido inicial de humedad. Sobre este particular existe poca investigación e información en especies tropicales. Por ejemplo en *Mimosa escabrela*, el contenido de humedad de los frutos recién colectados varía del 20-25%, cuando baja al 14% se hace posible la extracción de la semilla.

Los períodos y velocidad de apertura de los frutos varían de acuerdo a los factores controlados y a la especie. En *Eucalyptus* por ejemplo se pueden clasificar los tipos de apertura en tres clases.

Lenta: más de 336 horas/secado	<i>E. calophylla, E. ficifolia</i>
Media: 96-120 horas/secado	<i>E. citrodora, E. maculata</i>
Rápida: 24-48 horas/secado	<i>E. tecticornis, E. deglupta</i> <i>E. globulus</i>

6. EXTRACCION

La extracción es el proceso o conjunto de actividades tendientes a separar la semilla de los frutos. Los métodos de extracción varían en función de la naturaleza del fruto.

En general para enmarcar las actividades se pueden clasificar los frutos en secos dehiscentes o indehiscentes, o aún englobando en conos y frutos secos, frutos carnosos y frutos de especies recalcitantes.

6.1 Frutos secos dehiscentes

Los frutos secos dehiscentes, usualmente fibrosos o leñosos, se abren liberando las semillas de su interior durante el proceso de secado. En general que requieren de dos fases para facilitar su extracción: Secado y agitado.

La pérdida de agua en las células y paredes de los frutos ocasionan una contracción de los tejidos, lo cual induce su apertura y liberación de la semilla. Esta liberación ocasionalmente es parcial, por lo que es necesario agitar o golpear para garantizar la salida de la totalidad de la semilla.

Algunas especies forestales representativas con frutos dehiscentes son *Cedrela adorata*, *Swietenia macrophylla*, *Mimosa escabrella*, *Eucalyptus spp*, *Tabebuia spp*, *Pinus spp*, *Alnus spp* .

6.2 Frutos secos indehiscentes

Este tipo de frutos una vez secos no inducen su apertura para liberar las semillas de su interior. Debido a la enorme variedad de formas, tamaños, consistencia y composición de estos tipos de frutos, no se puede hablar de una técnica universal de manejo.

Existe toda una fuente de métodos e implementos para la extracción de estas semillas, tales como tijeras de podar, martillos, machetes, molinos entre otros varios, por lo que en general el proceso tiene un alto contenido manual y sistemas artesanales.

Algunas especies forestales con este tipo de fruto son *Centrolobium spp*, *Dalbergia spp*, *Enterolobium spp*, *Cassia ferrginea*, *Cassia exelsa*, *Dipteris spp*, *Licania spp* entre otras varias.

6.3 Frutos carnosos

Este tipo de frutos requiere despulpado para la extracción de sus semillas. Si no se despulpa la parte carnosa del fruto, esta se descompone y fermenta, con lo cual se puede inducir en daños a la semilla, especialmente por la producción de ácido acético.

Usualmente los frutos son colocados en tanques con agua por un termino aproximado de 24-48 horas, posteriormente se maceran de preferencia colocandolos en agua corriente y/o en forma manual y luego se secan en condiciones convencionales, dependiendo de las características de cada fruto.

Algunos ejemplos de especies con frutos carnosos son *Juglans spp*, *Ficus sp*, *Ocotea spp*, *Inga spp*, *Enterpe sp*.

7. BENEFICIO

Es un conjunto de técnicas orientadas a eliminar las impurezas de la semilla y homogenizar los lotes con relación a su tamaño, peso y forma de la semilla.

Es posible dividir el beneficio en mecánico y manual dependiendo de los volúmenes que se manejan y las características de las especies. El beneficio mecanizado es poco usual en el mundo tropical, se ajusta mucho más en coníferas que en otro tipo de especies, por razón de su forma y tamaño y volúmenes de producción.

El sentido principal del beneficio es obtener la mayor cantidad de semilla con la mejor calidad fisiológica en una operación económica y eficiente.

Existen diversos métodos para el beneficio de semillas:

7.1 Flotación

Es una técnica con buen resultado en semillas grandes y con altos contenidos de humedad. El método se fundamenta en el hecho de que flotan solo aquellas semillas vacías o muy pequeñas. En el método resulta crucial el contenido inicial de humedad de la semilla.

El proceso presenta algunas ventajas como son la remoción de muchas semillas vacías, enfermas o dañadas por insectos.

7.2 Separación física

La separación de la semilla de sus impurezas, puede realizarse por un sinnúmero de procedimientos en los que se conjugan la forma, tamaño y peso en correspondencia con un variado tipo de impureza. Predominan los sistemas manuales aunque para algunas especies hay sistemas mecanizados, pueden ser:

Ventiladores

Son frecuentemente utilizados para la limpieza y separación de impurezas. Su potencia, distancia y tipo de uso, depende de las características de las semillas y sus impurezas en términos de sus diferencias en tamaños y peso.

El sistema funciona eficientemente cuando el peso y tamaño de la semilla y la impureza son significativamente diferentes.

Son implementos prácticos, económicos y de fácil adquisición.

Críbas

En el procesamiento de la semilla las críbas son extremadamente útiles. Encuentran también aplicación en el laboratorio para análisis e investigación.

Su fabricación que puede ser casera, encuentra diversas alternativas en el mercado tanto en tipos de materiales como calibres. Comercialmente es posible obtenerlos en al menos de dos formas. redondas y ovaladas.

Encuentra utilización en sistemas manuales como en mecanizados, para el caso de los sistemas mecanizados resulta conveniente la consecución de un juego pequeño para calibración manual, con las mismas dimensiones de los juegos que utilizan las máquinas. La escogencia del calibre en función del tamaño de la semilla se hace más fácil en forma manual que al probarlo directamente en la maquinaria.

Comercialmente es posible obtener cribas de formas redondas, ovaladas o triangulares en una amplia gama de tamaños.

Otros equipos para separación y limpieza

Existe una variada gama de equipos e implementos para el beneficio de semillas. En general se constituyen o son combinaciones de cribas de diferente calibre, presión graduable de aire, vibración y aprovechamiento de la gravedad para los efectos de limpieza y clasificación.

Igualmente existen equipos para procesos particulares tales como desaladoras, golpeadoras de frutos, despulpadoras.

Existe un grupo de sistemas de limpieza que en la actualidad se encuentra en estado experimental tales como separadores electrónicos y electrostáticos, separadores electrónicos de calor y mezclas de estos sistemas.

8. MANTENIMIENTO DE LA IDENTIDAD

La identidad de los lotes resulta una de las actividades de mayor importancia durante el proceso de recolección hasta su almacenamiento y entrega final.

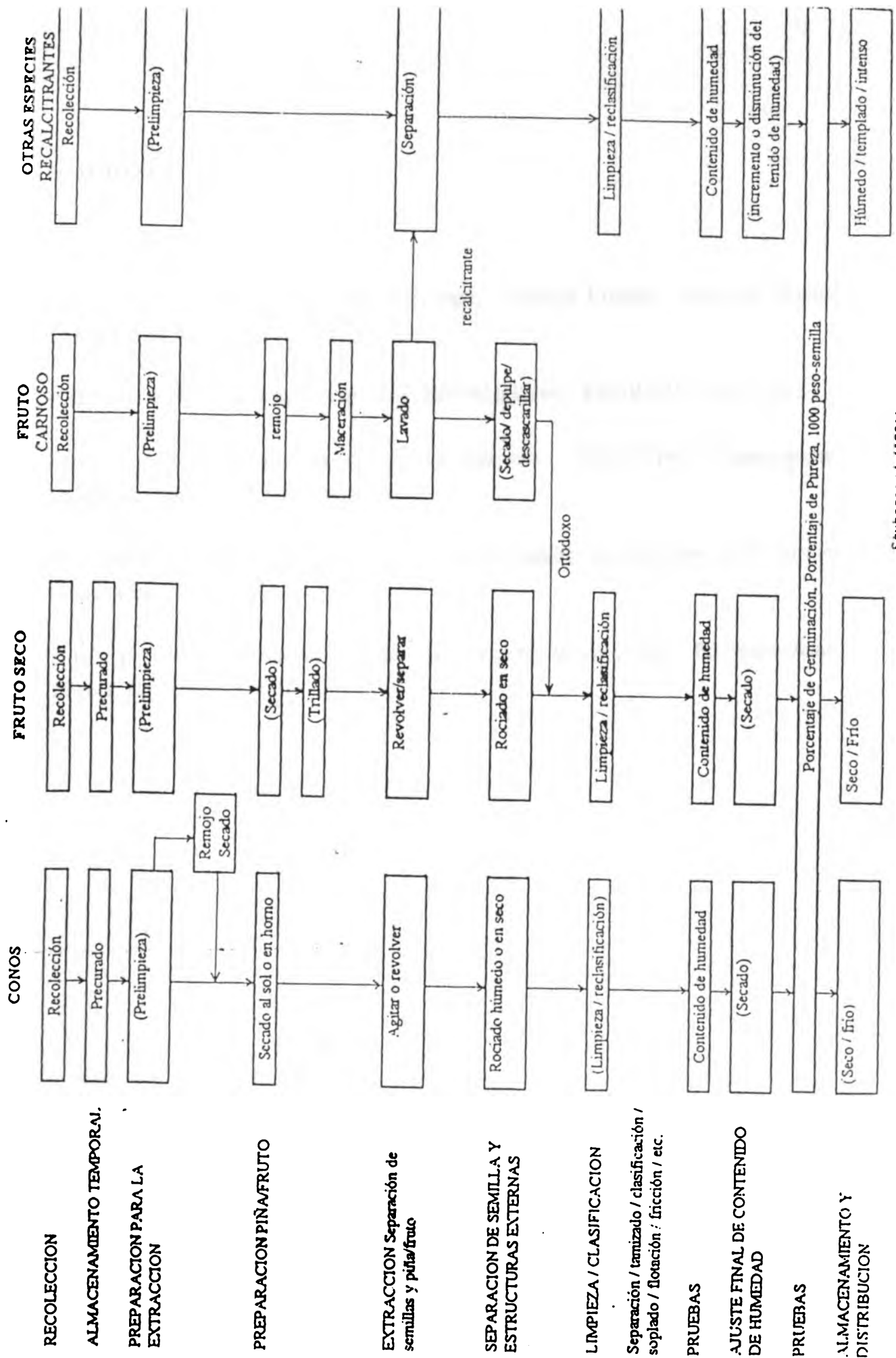
La indentificación usualmente incluye el nombre de la especie, datos de procedencia y un número de codificación.

Se ha definido que semilla sin indentificación es "basura", por tanto debe implementarse un sistema confiable de registro y marcación en todo el proceso.

Durante el manejo de la semilla se puede dar el caso de que se procesen simultáneamente dos o más procedencias de la misma especie, o lotes diferentes, con lo cual existe riesgo de confusión.

Un ejemplo de etiqueta de identificación es la utilizada por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, de tipo plastificado e impresa en formas continuas.

Secuencia General del Procesamiento



Stubsgaard (1991)

PUBLICACIONES

- BARNER F., et. al. 1994. Tree Seed technology. Training Course. Instructor Manual
USDA Forest Service, E.U. 160 p.
- MACHADO, T. 1993. Técnicas de colecta de material arbóreo. EMBRAPA, Brasil. 53 p.
- ROBBINS, A. 1981. Recolección de semillas forestales. ESNACIFOR, Siguatepeque,
Honduras. Publicación miscelánea No. 2.
- STUBSGAARD, F.; MOESTRUP, S. 1991. Seed processing Lecture Note. e-7. Danida
Forest Seed Centre. 62 p.
- TRUJILLO, E. 1993. Manejo de Semillas, viveros y plantación inicial. Ed. Sedetrabajo.
Bogotá, Colombia. 151 p.

- Una vez abiertos los conos, es necesario agitar vigorosamente estos a fin de obtener completamente la extracción de las semillas.
- Para separar los conos de la semilla, se utilizan tamices de varios calibres según la especie.
- Para la purificación de la semilla es posible usar desde un tamiz casero, con trabajo manual hasta mecanizado con equipos como el clipper.

PROCESAMIENTO DE FRUTOS Y/O SEMILLAS DE PINUS Spp.

(Aspectos Generales)

Lic. Angel Bárcenas *

1.0 INTRODUCCION

La actividad de recolección termina con el transporte de conos de pino a los centros de procesamiento.

El siguiente paso para la obtención de las semillas es el procesamiento de los conos y sus semillas para su posterior almacenaje.

El procesamiento de los frutos y semillas de los pinus es standard para la mayoría de ellos (P. caribaea, P. oocarpa; P. maximinoi, P. tecunumanii y P. pseudostrubus) variando únicamente en el Pinus ayacahuite.

Esta presentación cubre los aspectos más importantes del procesamiento de semillas de pinus spp. hasta que está lista para ser usada en el campo y el objetivo principal es la producción de semilla limpia fácil de manejar y con alta viabilidad.

2.0 LIMPIEZA DE LOS FRUTOS

Los frutos de pino, antes de llegar a los centros de procesamiento, han estado algún tiempo en el campo o en bodegas locales, por eso antes de iniciar su procesamiento es necesario limpiarlos y quitar cualquier impureza como tierra, acículas y piedras. Esta operación en nuestro Banco de Semillas se realiza a mano.

3.0 POSTMADURACION DE LOS FRUTOS.

Los frutos vienen del campo con un alto nivel de humedad, por eso antes de procesarlos, es necesario almacenarlos para su postmaduración por cierto período de tiempo (2 semanas), teniendo el cuidado de hacerlo bajo buenas condiciones para evitar una pérdida de viabilidad de las semillas dentro del fruto.

* ESNACIFOR-HONDURAS

3.1. A GRANEL

Se recomienda hacerlo en una galera sin paredes para facilitar la libre circulación del aire si la capa de frutos es muy gruesa, esta se debe remover de un sitio a otro cada dos (2) días; esto permite el escape de aire caliente y húmedo de los frutos.

3.1.2. ZARANDAS O CAMILLAS

Es la forma más ideal de almacenaje de los frutos; siempre y cuando se disponga de suficientes.

4.0 SECADO DE LOS FRUTOS

En el árbol, los frutos dehiscentes se secan por medio del calentamiento y ventilación natural del ambiente, y esto puede ocurrir rápidamente o durante mucho tiempo, dependiendo de las condiciones climáticas reinantes.

Hay varios sistemas de secado natural, que se clasifican según el tipo de recipiente usado para exponer el fruto al sol. Todos requieren de un área grande y plana. Este proceso dura de 5 a 6 días con buen sol.

4.1 TAPACARGA

Es el sistema más práctico, que nos permite realizar el proceso de secado y extracción de la semilla en cualquier lugar que cuente con una topografía plana.

El proceso consiste en:

- A). Extenderlo sobre el piso, teniendo el cuidado de que la superficie este libre de obstáculos y con un buen drenaje. Si se usan pisos de tierra mal drenados, se recomienda hacer un entarimado de madera, con zanjias a la orilla del mismo, para facilitar el drenaje, esto evita que el tapacarga quede en contacto con la humedad del suelo, que puede ocasionar la pudrición del mismo.
- B). Los frutos se colocan sobre el tapacarga, dispersos en toda su superficie, con un espesor de un fruto solamente. Esto se logra con rastrillo de dientes no muy puntudos, para evitar romper el material del tapacarga.
- C). Por la tarde, cuando llueve, los frutos se amontonan dentro del tapacarga, usando las orillas del mismo para cubrir los frutos. Al día siguiente solamente se destapan y dispersan nuevamente los frutos.

4.2 CAMILLAS

Se usa la palabra camilla o zaranda para describir una caja de madera, normalmente cuadrada de poca profundidad y con fondo de tela metálica, que permite mantener dentro de los frutos y semillas. Cada caja tiene cuatro patas, que permiten que queden libres sobre el piso cuando sea necesario exponerlos al sol, o apilarlos para almacenarlos.

Para facilitar el movimiento de las camillas se coloca cada torre de semillas apiladas sobre una plataforma provista con rodos.

Cuando hay lluvia, se cubren las semillas apiladas con tapacargas. Este sistema de camillas es lo mejor para secar frutos porque son fácilmente manejables y permiten una buena circulación del aire.

5.0 EXTRACCION DE LA SEMILLA

Una vez abiertos los conos se extraen las semillas. Usando una golpeadora de conos o extractor de semillas, o en su defecto se usan tapacargas, cuando se usa este sistema se requiere mover los conos con rastrillos forestales todos los días para liberar las semillas, las cuales se recogen con el auxilio de un cepillo, teniendo el cuidado de no causar daños mecánicos a las semillas.

El sistema tiene desventajas, por ejemplo cuando las semillas caen de los conos, quedan sobre la superficie del tapacargas mezclada con cualquier basura presente, si llueve y el agua penetra en el tapacarga, se dan condiciones ideales para la germinación de las semillas, por eso se recomienda usar un tapacarga en buen estado y evitar caminar sobre este durante el secado y extracción.

6.0 DESALADO Y LIMPIEZA

La semilla extraída pasa a una máquina desaladora para su procesamiento de desalado el cual dura 30 minutos. La mezcla resultante de semillas, alas y basura se pasa a través de una limpiadora cribadora "CRIPPEN" para su limpieza. También se usa una mesa de gravedad para mejorar la pureza del lote y eliminar algunas semillas muertas o vacías.

Finalmente se homogeniza el lote y se seca al nivel de humedad adecuado (6-8%) para su almacenaje, exponiendo las semillas al sol, removiéndolas constantemente.

7.0 ALMACENAMIENTO

Las semillas de pinus, son conservadas en cuartos fríos (frigoríficos) a una temperatura de +4 °C, sin control de humedad en los cuartos, con una humedad física de las semillas que oscila entre 6 y 8 por ciento, colocadas en bolsas plásticas transparentes de 5 milésimas de pulgada de espesor con un amarre de alambre eléctrico, dócil, fuerte y fácil de soltar cuando se desea.

Las bolsas con semillas están protegidas dentro de recipientes metálicos con una tapadera circular y provistas de asas laterales para facilitar el manejo durante el envasado y almacenaje.

BIBLIOGRAFIA

Bárcenas Matamoros A. Informes Técnicos. Banco de Semillas ESNACIFOR Siguatepeque, Honduras C.A.

Robbins, A.M.J., Irimeicu M. I., Calderón R. 1981. Recolección de Semillas Forestales, Publicación Miscelánea No. 2, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. Siguatepeque, Honduras, C.A.

ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SEMILLAS FORESTALES*

Por: Ing. Carmen Cuevas Nova[†]

1. Introducción

El almacenamiento de las semillas forestales es un eslabón muy importante para su conservación, en especial si éstas no se van a utilizar de inmediato. Sin embargo, pese a la relevancia que tiene, en el país no se le ha prestado la atención que merece un buen almacenamiento, tomando en cuenta las características de las semillas.

La investigación en semillas forestales ha sido insuficiente, enfatizándose principalmente en estudios de germinación, determinación de las características físicas, algunos sobre fenología, anatomía y morfología; mientras que las experiencias en almacenamiento de semillas son muy escasas debido a que exigen largo plazo para obtener resultados confiables y la complejidad de los estudios en términos de infraestructura, equipos y capacitación necesaria (Trujillo 1995).

Las semillas forestales fueron en el pasado la alternativa más empleada para la consecución del germoplasma deseado para los programas de reforestación. Mediante la incursión en la genética forestal, se han logrado algunas estrategias interesantes para asegurar material que garantice calidad en las plantaciones forestales. No obstante, las semillas forestales continuarán siendo en el futuro una y en algunos casos, el único medio para asegurar la perpetuación a de ciertas especies.

Uno de los problemas principales que presentan las semillas como fuente de germoplasma es que no siempre están disponibles en la cantidad, calidad y momento preciso. Ante esta limitante, se han ideado estrategias de almacenamiento, aunque hasta la fecha el

* Esta Conferencia está basada en el trabajo de Freddy Rojas (Ver Bibliografías).

[†] Encargada del Laboratorio de Semillas Forestales, Dirección G. Forestal

estado del conocimiento no ha permitido asegurar una técnica de almacenamiento adecuada para algunas especies forestales tropicales valiosas.

En esta charla se revisan los avances, estado actual de los conocimientos sobre manejo y almacenamiento de semillas forestales, con énfasis en el almacenamiento de las principales especies tropicales y que son demandadas en programas de reforestación.

2. Almacenamiento

El almacenamiento se define como “ la conservación de la semillas viables desde el momento de la recolección hasta su utilización.”

El almacenamiento de semillas forestales bajo condiciones controladas constituye en la actualidad el método más fácil y económico para preservar la diversidad genética de numerosas especies forestales de valor actual o potencial, así como aquellas que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción (Niembro 1990).

El éxito del almacenamiento depende del estado de madurez fisiológico de frutos y semillas en el momento de recolección, la determinación de los parámetros contenido de humedad, temperatura, humedad relativa, tipos de empaques, empleo de plaguicidas, además de las condiciones ambientales óptimas para la germinación.

El objetivo principal del almacenamiento consiste en asegurar la disponibilidad de semillas viables en el momento que lo demandan los programas de reforestación (Bonner *et al.* 1994).

La amenaza principal es el riesgo de deterioro que esta estrategia conlleva; un almacenamiento exitoso es posible solo si es planeado adecuadamente, y para planearlo es necesario tener claro los objetivos del almacenamiento, las razones por lo que las semillas se

deterioran y los efectos de las condiciones ambientales del almacenamiento sobre los procesos de deterioro (Bonner *et al.* 1994).

3. Principios y fundamentos del almacenamiento de semillas forestales.

Antes de proceder a analizar la estrategia de almacenamiento y conservación de semillas forestales, es importante tomar en consideración algunos principios y fundamentos previos al almacenamiento:

- 1. La semilla es un ser vivo que nace (embriogénesis), se desarrolla (ontogénesis), se deteriora y muere; en tal sentido, las técnicas de conservación no pretenden aumentar la calidad genética, incrementar la germinación, ni resucitar germoplasma; existe un período máximo de conservación, luego del cual la semilla morirá.**
- 2. Las semillas se deterioran, desde el momento en que la semilla forestal madura, se dispersa y se recolecta, se inicia el deterioro, lo cual depende del manejo dado, influyendo las técnicas de recolección, procesamiento y manipulación durante y después del almacenamiento y finalmente el manejo en los viveros forestales. En muchos casos no han fallado las técnicas de almacenamiento, sino las técnicas integrales postcosecha.**
- 3. Las técnicas de almacenamiento no resuelven errores de planificación, es necesario tener una buena planificación entre los programas de reforestación y obtención de semillas, lo cual evita incurrir en costos innecesarios. En algunos casos los cuartos fríos están llenos de semillas, sin que éstas sean utilizadas debido a errores cometidos en la planificación del cronograma de reforestación. De ahí la importancia de tener una planificación coordinada en la planificación y recolección y almacenamiento de semillas, especialmente cuando se trata de semillas recalcitrantes.**
- 4. Los bancos de semillas forestales son en principio almacenes de semillas, los programas de almacenamientos de semillas requieren inversiones grandes en tecnología,**

equipos, personal y experiencia. Pero sin un control eficiente de humedad, temperatura y sin experiencia, lo único que está asegurado es el deterioro y la pérdida de cantidades grandes de semillas. El cliente recurre a un banco de semillas cuando tiene la seguridad de que va a encontrar un producto de buena calidad, cantidad y precio justo; por esa razón es importante prestar más atención a las exigencias del comprador.

4. Longevidad y almacenamiento de semillas forestales

El término longevidad se refiere al período en que las semillas se mantienen viables

La longevidad de las semillas está influenciada por la calidad en el momento de la recolección, tratamiento a que se les somete entre la recolección y el almacenamiento y las condiciones en que se les almacene (humedad y la temperatura). Es importante aclarar que la longevidad de las semillas varía entre especies, aunque éstas sean sometidas a los mismos tratamientos y se almacene en condiciones idénticas; algunas se deterioran rápidamente (recalcitrantes), mientras que otras mantiene la viabilidad por un período prolongado (ortodoxas).

Las semillas se pueden dividir en tres clases según el tiempo que pueden mantener la viabilidad:

Microbióticas: viabilidad menor de 3 años

Mesobióticas: viabilidad entre 3 y 15 años

Macrobióticas: mayor de 15 años

Esta clasificación es muy general en el sentido de que las características genética, calidad inicial y las condiciones de almacenamiento son los factores que influyen en la longevidad.

En el Cuadro 1 se presentan algunos ejemplos de períodos de almacenamiento de semillas forestales logrados en el CATIE.

Cuadro 1. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de especies forestales de importancia regional, Turrialba, Costa Rica.

Especies	Años de almacenamiento	Germinación (%)
<i>Acacia tortilis</i>	11	70
<i>Albizia adinocephala</i>	11	55
<i>Calliandra calothyrsus</i>	8	51
<i>Cassia siamea</i>	9	54
<i>Cordia alliodora</i>	7	60
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	11	52
<i>Mimosa scabrella</i>	6	63
<i>Stryphnodendrum excelsum</i>	8	64

Fuente: Trujillo s/f.

Notas:

- Las condiciones de almacenamiento fueron uniformes para todas las especies
- Empaque: bolsas plásticas
- Equipo: cámara fría
- Temperatura: 5°C promedio
- Humedad relativa: 60% promedio
- Tratamiento pregerminativo: según especie.

La mayoría de las especies son leguminosas.

5. Conocimiento en almacenamiento de semillas forestales

Se distinguen dos tipos principales de semillas:

Ortodoxas: Están provistas de una cubierta seminal dura y se pueden secar hasta un contenido de humedad bajo (entre 5-15%), que pueden

almacenarse por un período prolongado a temperatura bajas. ejemplo de éstas son el *Pinus occidentalis*, *Enterolobium ciclocarpum*, *Prosopis juliflora*, *Acacia farnesiana*, *Pitecelobium saman*, *Tectona grandis*, *Acacia mangium*, entre otras muchas.

Recalcitrantes: Son semillas que pierden la viabilidad más rápidamente cuando se le reduce el contenido de humedad por debajo de 30%, no soportan almacenamiento prolongado y son sensibles al secado. Ejemplo de éstas son el *Azadirachta indica*, *Simarouba glauca*, *Inga sp.*, *Catalpa longissima*, entre otras.

Cuadro 2. Condiciones de almacenamiento de acuerdo con el tipo de semilla

Tipo de semilla	Período de almacén (años)	de Contenido de humedad (%)	de temperatura (°c)	Tipos de envases
Ortodoxas	> 1	6 a 10	0 a 5	Bolsas plásticas
Recalcitrantes	< 1	30 a 45	12 a 20	Plásticos porosos no sellados

Fuente: Bonner *et al* 1994.

Para conservar la viabilidad de semillas recalcitrantes se han probado métodos de recubrimientos con ceras o látex, para evitar pérdida de humedad, o tratarla con sustancias antioxidantes para minimizar la tasa respiratoria y la oxidación de lípido.

5.1 Riesgo de deterioro de semillas almacenadas:

El deterioro se refiere a cualquier transformación degenerativa irreversible que afecta la calidad de las semillas con respecto al tiempo. El deterioro de las semillas se inicia desde el momento en que se recolectan, que va desde la disminución de la germinación hasta su muerte. En ese sentido, la finalidad del almacenamiento es disminuir el deterioro y prolongar el tiempo de uso de las semillas.

Popinigis (1977) y Niembro (1990) recopilan algunas de las causas y consecuencias que provocan el deterioro de las semilla son:

- Cambio del color de la cubierta de la semilla. tejido de almacenamiento y embrión.
- Disminución de la velocidad y porcentaje de germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo de las plántulas.
- Incrementos de plántulas anormales.
- Pérdidas o disminución de la capacidad de las plántulas para tolerar condiciones ambientales adversas.
- Incremento de la producción de calor durante el almacenamiento.
- Las semillas se hacen sensibles a las radiaciones.
- Daños en los mecanismo de la producción energética y biosíntesis.
- Reducción de la actividad respiratoria.
- Menor uniformidad del material en el vivero
- Muerte de las semillas.

6. Manejo del contenido de humedad

Las semillas deben alcanzar un equilibrio entre el contenido de humedad al ser expuestas a las condiciones de almacenamiento.

El contenido de humedad final y adecuado para su conservación depende de cada especie. Aunque el contenido de humedad ideal para muchas de las especies tropicales permanece desconocido, un rango entre el 8 y 15% es adecuado (Trujillo s/f).

Si la unidad de almacenamiento tiene control de humedad (humedad relativa entre 50 y 60%), las semillas ortodoxas no requieren ser selladas. Las semillas recalcitrantes no resisten almacenamiento en estas condiciones, pues la humedad baja las desecaría.

Sin control se lograrán ambientes con contenido de humedad superiores al 95%, lo cual es adecuado para especies recalcitrantes.

Para semillas ortodoxas, se debe preceder a su secado y almacenamiento en empaques adecuados, de preferencia herméticos.

7. Manejo de la temperatura

Para las semillas ortodoxas, la temperatura al igual que el contenido de humedad, presenta una correlación negativa con la longevidad de las semillas: mientras más baja es la temperatura la actividad respiratoria será menor y por ende la longevidad será mayor (a menor temperatura mayor longevidad).

La elección de la temperatura de almacenamiento varía considerablemente de acuerdo a la especie y el tiempo a que se va a almacenar las semillas, que oscila entre 1 y 4 °C cuando las semillas se almacena por uno y tres años. Mientras que para almacenar semillas por períodos más prolongados la temperatura debe ser entre -4 y -10 °C.

f

PROCESAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS DE
Bombacopsis quinatum, Gmelina arborea y Eucalyptus spp.

Mario L. Alvarez C.
BLSF

Nombre científico: *Bombacopsis quinatum*
Nombre vulgar: Pochote
Familia: Bombacaceae

Especie monoica y decídua, los árboles alcanzan hasta 30 m de altura y diámetros superiores a 100 cm.

Su distribución natural va desde Honduras hasta Venezuela, desde el nivel del mar hasta 900 m, en lugares con precipitación media anual entre 800 y 2200 mm, con una estación seca definida de tres a cinco meses y una temperatura de 20 a 27 °C. Presenta un mejor desarrollo en sitios planos con suelos profundos, de textura franco a franco arcilloso y con buen drenaje.

Especie con características muy particulares, ya que presenta a lo largo de su fuste y ramas, aguijones finos y fuertes.

Semillas/Kg: de 40 a 43 mil
Semillas/fruto: de 40 a 50
Peso semillas/fruto: 1.05 g

DESCRIPCION DEL FRUTO

Cápsula oblongo ovoide, pentágona, truncado en el apice, recto o ligeramente arqueado, ramas dehiscentes, de color café o marrón, con semillas numerosas cubiertas por fascículos lanosos color pardo. Los frutos se encuentran ubicados generalmente en los extremos de las ramas, siendo los pedúnculos de fuerte resistencia. Una vez cosechados los frutos, la separación de la semilla, de la lana que la envuelve es otra tarea a realizar.

PROCESAMIENTO

- La recolección de frutos se puede hacer cuando el exocarpo presenta una coloración café claro, de manera que al hacer presión con los dedos, se provocan fisuras a partir del ápice en las suturas longitudinales de la cápsula.
- Los frutos deben embalarse en recipientes de tela (sacos de cabuya), con etiquetas de identificación tanto por dentro como por fuera.
- En el almacenamiento temporal, los sacos deben acomodarse de manera que permitan una buena circulación de aire, para que la humedad y la temperatura se mantengan en un nivel bajo.
- Los sacos no deben quedar llenos, para que los frutos puedan eventualmente abrirse.
- Este periodo de almacenamiento no debe ser excesivo, pues el contenido de humedad puede descender a niveles no recomendables.
- En el caso de que los frutos tengan un alto contenido de humedad, es mejor almacenarlos a granel o en cribas, o cualquier otro, siempre buscando que el sistema permita el escape de aire caliente y húmedo de estos.
- Antes o después del almacenamiento es recomendable la limpieza de los frutos y quitar basura como hojas, y partes de ramas.
- Con el objetivo de rescatar información referente a rendimientos de producción de semilla pura versus frutos, es que cada saco se debe pesar.
- En casos esporádicos es necesario tratar los frutos contra ataques de hongos, insectos y otros.
- Posteriormente se colocan en cribas y se asolean por espacios de tiempo no muy prolongados y en horas de exposición solar baja.
- Se extraen las semillas separándolas de la lana en forma manual o mecánica.

- La semilla se presea a la sombra a temperatura ambiente, o en estufa a temperatura de 25 °C (+-2).

Es fácil secar al ambiente hasta un contenido de humedad de 9 % y con el uso de la estufa se puede bajar hasta 7 u 8 %.

Los datos se anotarán en un formulario para tal propósito (copia anexa).

Es importante mantener la indentificación de los lotes de semilla que se estén procesando, estrictamente cada bolsa, cada bandeja, cada criba, debe tener su etiqueta de indentificación, indicando al menos numero de lote, especie y procedencia.

Nombre científico: *Gmelina arborea*

Nombre vulgar: Melina

Familia: Verbenaceae

Descrita como una especie de muy amplia distribución natural en el sureste asiático (Bangladesh, Sri Lanka, gran parte del sureste de Asia y el sur de China). Se le encuentra desde el nivel del mar hasta los 1000 m, cubriendo diversas zonas climáticas y edáficas, con éxito en temperaturas entre los 24 y 35 °C, 1000 a 3000 mm de precipitación y desde el nivel del mar hasta los 500 m de elevación. En Centroamerica ha sido introducida con éxito, donde se le encuentra en las zonas de vida bosque muy húmedo tropical, húmedo tropical y bosque seco tropical.

# Semillas/Kg:	1500
# Semillas/fruto:	de 1 a 3
Peso de semillas/fruto:	0.62 g

DESCRIPCION DEL FRUTO

Sus frutos (drupas carnosas) son abundantes, ovaliformes, su mesocarpo es de color amarillo cuando maduro, con un endocarpo endurecido, que tambien se le conoce como "hueso", con 2 o 3 lóculos y 2 a 3 semillas. Al endocarpo a menudo se le confunde con

la semilla, pero técnicamente no lo es, ya que estas están localizadas dentro de la estructura (lóculos). Sin embargo, el endocarpo es la unidad de comercialización y propagación para la especie. Existe una gran variación en el tamaño del endocarpo, según la procedencia, entre árboles de una misma plantación y dentro de un mismo árbol.

PROCESAMIENTO

- La cosecha de frutos da inicio mes y medio después de la floración.
- Los frutos generalmente se recogen manualmente del suelo y se almacenan en sacos de tela (yute o cabuya).
- También se pueden tumbar, sacudiendo las ramas de los árboles o utilizando instrumentos adecuados.
- Los sacos con los frutos deben quedar medio llenos y permanecer a la sombra.
- El procesamiento debe ser antes del cuarto día después de la recolección, con el fin de evitar fermentaciones que pudieran incidir negativamente en la germinación.
- Por ser frutos carnosos la extracción de la semilla requiere la maceración o despulpado de esta textura y luego la separación de los granos, usando como medio el agua para su limpieza.
- Este procedimiento se realiza ajustando levemente un chancador o despulpadora de café en un beneficio, cuando son cantidades mayores.
- Cuando son cantidades pequeñas es posible hacer la extracción en forma manual, o utilizando un chancador manual (pequeño).
- Después de pasar los frutos por el chancador y habiendo separado los granos de las cáscaras, se debe hacer un proceso de lavado con el fin de despegar cualquier partícula de fruto que haya quedado adherida a los granos.
- Una vez extraídos y limpios los endocarpos, deben ser secados.

La multiplicidad de usos, así como las características tecnológicas de la madera, la velocidad del crecimiento y el desarrollo vegetativo que alcanzan, son algunos de los factores que han incidido en el rápido desarrollo de este género.

DESCRIPCION DEL FRUTO

Frutos o cápsulas dehiscentes de pequeño tamaño en la mayoría de las especies, agrupadas en infrutescencias (ramilletes), con excepción del globulus que son solitarias, al final de pecíolos delgados, de color marrón hasta negro, con una tapa redondeada con 3 - 4 dientes, elevados y curvados hacia adentro. Generalmente produce semillas pequeñas, por lo que su recolección debe hacerse directamente del árbol, antes que las cápsulas seminales se abran.

Las semillas de la mayor parte de los Eucalyptos conservan su viabilidad durante mucho tiempo, a veces por años; pero otras, pierden rápidamente su capacidad germinativa. El porcentaje de germinación de las semillas fértiles recién recolectadas puede alcanzar entre el 60 % y 90 %.

Se debe tener presente que un elevado porcentaje de semillas, son estériles.

PROCESAMIENTO

- La forma comunmente utilizada, es cortar las ramas que contengan mayor concentración de cápsulas.
- Posteriormente se elimina (cortando) la parte terminal de estas, ya que ahí es donde estan los frutos inmaduros (tiernos).
- Es recomendable eliminar las hojas para reducir la humedad y facilitar la aireación.
- Los ramilletes limpios y preparados se colocan preferiblemente en lonas, o cribas.
- Una vez preparadas las cápsulas se secan al sol por uno o dos días, hasta la dehiscencia.
- En la practica es suficiente con dejar estas cápsulas en cribas, en un sitio a la sombra, bien ventilado y con buena luminosidad.

8. Empaques para conservar semillas forestales

En este aspecto, la recomendación fundamental es el empleo de tambores de fibras, preferible el plástico antes que de vidrio. Se deben introducir las semillas en bolsas plásticas dentro de recipientes cerrados.

9. BIBLIOGRAFÍAS

- BONNER, F.; VOZZO, J.; ELAM, W.; LAND, S. 1994. Tree seed tecnolgy training course. USDA Forest Service, Instrucción Manual. 160 p.
- NIEMBRO, A. 1990. La composición química de las semillas y su efecto en la conservación. EN: Memorias Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas Forestales Tropicales. Bogotá, Col., CONIF. Serie de Documentación No. 18. p-111-118.
- ROJAS, F. 1995. Almacenamiento y manejo del contenido de humedad en semillas forestales. EN: Memorias del Primer Curso Regional sobre Recolección y Procesamiento de semillas Forestales. Turrialba, C. R. s/p.
- TRIVIÑO D, T; ACOSTA, R. de; CASTILLO, a. 1990. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies neotropicales en Colombia. Bogotá, Col., Serie de Documentación No. 19. 91 p.
- TRUJILLO N, E. 1995. Algunos reportes de almacenamiento de semillas forestales. EN: Memorias del Primer Curso Nacional sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales. Turrialba, C. R., CATIE.
- TRUJILLO N., E. s/f. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de 52 especies forestales. Turrialba, C. R., CATIE. 5 p.
- WILLIAM, R. L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales con referencia en los trópicos. Roma, FAO/DANIDA. 502 p.

**Generalidades sobre el almacenamiento
de especies recalcitrantes
y resultados preliminares en almacenamiento
con especies nativas en Costa Rica**

**MSc. Eva Müller
GTZ - COSEFORMA**

1. INTRODUCCION

En la agricultura, el almacenamiento de semillas se ha practicado desde los tiempos antiguos y con el doble proposito de almacenar alimentos, en el caso de los granos, y para guardar la semilla que se necesitaba para sembrar de nuevo en el año siguiente. Las técnicas de almacenamiento son bien conocidas y bajo condiciones favorables, las semillas de la mayoría de los cultivos pueden ser almacenadas por mucho tiempo.

En el campo forestal, no era necesario almacenar semillas mientras que el hombre dependiera de los bosques naturales para la producción de madera. Cuando se empezó a establecer plantaciones artificiales de árboles, surgió la necesidad de tener a la disposición una suficiente cantidad de semillas de las especies usadas y como resultado, la necesidad de almacenar las semillas. Mientras que muchas de las semillas de las especies forestales demostraron el mismo comportamiento que las semillas de cultivos con respecto a su almacenamiento, algunas de ellas resultaron difíciles a almacenar.

El presente documento explica en términos generales las características de estas semillas y presenta, en forma resumida, algunos métodos que se han desarrollado para su almacenamiento.

2. CARACTERISTICAS DE SEMILLAS RECALCITRANTES

2.1 DEFINICION

En la agricultura de las zonas templadas, el almacenamiento de semillas siempre se ha basado en el principio de que es necesario secar las semillas y guardarlas a temperaturas bajas para mantener su viabilidad. Generalmente se aplica la regla que la viabilidad se dobla cada vez que se reduce por 1% el contenido de humedad y cada vez que se baja por 5° C la temperatura del almacenamiento. Sin embargo, hay semillas que no concuerdan con esta regla y que demuestran un comportamiento muy diferente, sobre todo con respecto al

secado. Para estas semillas, ROBERTS (1973) introdujo el término “recalcitrante”, para describir su non-conformidad con las semillas “normales”, las cuales se llamaron “ortodoxas”.

En general, se consideran como ortodoxas aquellas semillas que pueden ser secadas a un contenido de humedad muy bajo ($\leq 5\%$ en base del peso fresco) y que pueden ser almacenadas en esta forma a temperaturas bajas y por mucho tiempo. Las semillas recalcitrantes, en cambio, pierden su viabilidad al secado y la mayoría de ellas no toleran temperaturas bajas. BONNER (1990) hizo una subdivisión de las semillas recalcitrantes en semillas recalcitrantes de las zonas templadas que se pueden almacenar a temperaturas de 3°-5° C, y semillas recalcitrantes tropicales que se mueren a temperaturas de menos de 10° a 15° C. Otros autores sugieren la existencia de semillas que se deben clasificar como “intermedias”, porque su comportamiento no corresponde con ninguna de las dos clases de semillas (ELLIS, ET AL., 1991; EIRA, SIN FECHA).

2.2 CARACTERISTICAS

2.2.1 Características generales

Según ROBERTS, ET AL. (1984), las especies que producen semillas recalcitrantes pertenecen a dos grupos principales:

- a) Especies acuáticas
- b) Árboles con semillas largas

Las especies de la categoría b) incluyen muchos cultivos importantes de los trópicos, tales como al cacao, el coco y la palmera de aceite, así como árboles frutales como el Mango. Además, muchas especies forestales de los bosques lluviosos tropicales producen semillas recalcitrantes. Un ejemplo es la familia Dipterocarpaceae del Sur-Este de Asia, la cual constituye la mayoría de las especies forestales comerciales de esta región (YAP, 1981; TOMPSETT, 1985; TANG & TAMARI, 1973). Estas especies están adaptadas al clima húmedo y caliente de los trópicos y se desarrollan en condiciones que favorecen la germinación y el crecimiento durante casi todo el año. Las semillas no requieren un período de dormancia y pueden germinar casi inmediatamente después de caer al suelo. No obstante, también existen algunas especies forestales de las zonas templadas que demuestran un comportamiento recalcitrante, por ejemplo los robles (*Quercus spp.*).

La mayoría de las semillas recalcitrantes son grandes, con un peso de mil semillas que frecuentemente sobrepasa los 500 g. Un ejemplo extremo en este sentido es la nuez de coco. En muchos casos, las semillas están envueltos por un endocarpo grueso y la unidad de propagación no es la semilla, sino el fruto.

En general, las semillas recalcitrantes tienen un contenido de humedad alto que puede variar entre un 30% y un 70% (en base del peso fresco). Además, el contenido de humedad puede variar mucho entre semillas individuales (CHIN, 1988). Estas características tienen importantes implicaciones para los análisis de las semillas según las reglas del ISTA, como son la determinación del contenido de humedad y las pruebas de germinación. Los coeficientes de variación para el contenido de humedad son más altos que los que permite ISTA, y, para las pruebas de germinación muchas veces no es factible usar 400 semillas por la poca disponibilidad de la semilla y el espacio requerido para hacer pruebas de germinación con semillas grandes.

2.2.2 Sensibilidad al secado

La característica más importante de las semillas recalcitrantes es su sensibilidad respecto al secado. El grado de sensibilidad varía entre especies y parece que existe un contenido de humedad crítico para cada especie bajo el cual las semillas se mueren. Según ROBERTS (1973), este valor puede oscilar entre 12% y 31% y se puede determinar mediante ensayos de secado con pruebas de germinación a diferentes contenidos de humedad. Este método permite también determinar si una especie es recalcitrante u ortodoxa (BONNER & VOZZO, 1990).

Aunque se han desarrollado varias teorías, las causas para la muerte de las semillas recalcitrantes al secado todavía no quedan claras. Además de la variación entre especies con respecto a la sensibilidad de las semillas al secado, existen también variaciones dentro de una sola especie, las cuales posiblemente están relacionadas con el alto coeficiente de variación del contenido de humedad.

En los últimos años, un grupo de investigadores ha desarrollado un método de secado rápido ("flash drying") que se aplica con embriones en lugar de semillas enteras. Con este método se ha logrado mantener la viabilidad de los embriones de semillas recalcitrantes de algunas especies por más tiempo (BERJAK ET AL., 1990; BERJAK ET AL., 1992). Sin embargo, falta más investigación para determinar si el método tiene algún valor práctico para el almacenamiento de semillas recalcitrantes.

2.2.3 Sensibilidad a temperaturas bajas

Generalmente las semillas recalcitrantes pierden su viabilidad cuando están expuestas a temperaturas de sub-cero. Debido al alto contenido de humedad, aparentemente se forman cristales de hielo en las células, que dañan las semillas (ROBERTS, 1972 citado en CHIN, sin fecha). Sin embargo, muchas semillas de especies recalcitrantes tropicales ya pierden su viabilidad a temperaturas de 10°-15° C. Hasta la fecha no se conoce la causa para este fenómeno.

2.3 ALMACENAMIENTO

Los dos factores más importantes que afectan el almacenamiento de semillas son el contenido de humedad y la temperatura. En semillas ortodoxas, el secado permite reducir las actividades metabólicas hasta un punto donde las semillas prácticamente entran a un estado de dormancia. Las temperaturas bajas tienen un efecto similar, además de impedir el ataque de hongos y la germinación durante el almacenamiento. Para el almacenamiento de las semillas ortodoxas, se han usado temperaturas de alrededor de -18°C a un contenido de humedad de 5-7%.

El problema principal en el almacenamiento de las semillas recalcitrantes es su sensibilidad con respecto al secado y a las temperaturas bajas. Hasta la fecha no existe ningún método para el almacenamiento de estas semillas a largo plazo. Sin embargo, se han desarrollado algunos métodos para almacenarlas a corto plazo, es decir, generalmente por menos de un año. Es importante señalar que los métodos que se describen más adelante han funcionado para algunas especies, pero que no se puede generalizar su aplicación para todas las especies recalcitrantes. Debido a que existen diferentes grados de recalcitrancia en las especies es necesario determinar las condiciones óptimas de almacenamiento para cada una de ellas.

2.3.1 Almacenamiento en medio húmedo

Debido a que las semillas recalcitrantes no se pueden secar, los investigadores de semillas han buscado métodos para almacenarlas en el estado de imbibición. Esto se logra mediante el almacenamiento en un medio húmedo, por ejemplo aserrín, arena o carbón. En casos extremos, se han almacenado semillas sumergidas en agua.

El problema principal de este método es la germinación en almacenamiento y el ataque de hongos. Para evitar la germinación es recomendable bajar la temperatura del almacenamiento hasta donde se pueda. Además, se han probado varios inhibidores de germinación que ocurren naturalmente en los jugos de ciertos frutos, por ejemplo el ácido abscísico o el coumarin. Aunque este método aparentemente ha funcionado con algunas especies (CHIN, sin fecha), todavía no se sabe mucho del efecto de estas sustancias y en muchos casos su aplicación ha sido un fracaso.

El ataque de hongos normalmente no se puede evitar bajando la temperatura. Los hongos aún crecen a temperaturas de poco más de 0°C y la mayoría de las semillas recalcitrantes no soportan estas temperaturas. Se recomienda la aplicación de fungicidas tales como Vitavax o Benlate. Sin embargo, es conveniente probar diferentes concentraciones de fungicidas ya que existe la posibilidad de que, en concentraciones altas, estas afecten la germinación de las semillas.

2.3.2 Secado parcial

Un método que se ha aplicado con éxito para la semilla del cacao (*Theobroma cacao*) y del caucho (*Hevea brasiliensis*) es el secado parcial (CHIN, sin fecha). En este tratamiento, las semillas primero están sumergidas en una solución de fungicida (por ejemplo, 0.3% Benlate) y luego están secadas parcialmente, es decir, solamente en la superficie. Están almacenadas a una temperatura de $+20^{\circ}\text{C}$ en bolsas plásticas que permiten el intercambio de gases (O_2 , CO_2) pero que son impermeables para el agua. Este aspecto es importante, ya que las semillas recalcitrantes tienen una respiración activa, es decir necesitan oxígeno y producen CO_2 .

2.3.3 Almacenamiento en nitrógeno líquido

El almacenamiento criogénico en nitrógeno líquido a -196°C es una técnica que fue desarrollada en los últimos 10 años con fines de lograr el almacenamiento de semillas a largo plazo para la conservación de germoplasma (AHUJA, 1989). Para almacenar semillas recalcitrantes de esta manera, se está investigando la posibilidad del secado rápido (flash drying) de los embriones y/o la aplicación de químicos que evitan los daños causados por las bajas temperaturas. Aunque todavía no existe una técnica que funcione para todas las semillas recalcitrantes, es una línea de investigación que está considerada como prometedora para lograr el almacenamiento a largo plazo.

2.3.4 Otros métodos

Para reducir la pérdida de humedad en las semillas, algunos investigadores cubrieron las semillas con una capa de parafina. Aparentemente se ha logrado aumentar la viabilidad de las semillas de algunas especies de esta manera; sin embargo, en otros casos el método no ha funcionado (CHIN & Roberts, 1980). El efecto positivo que tiene la parafina en mantener la humedad de la semilla está acompañada por el efecto negativo de la falta de oxígeno.

Algunos investigadores han probado almacenar semillas en una atmósfera de CO_2 . Sin embargo, este método generalmente no ha sido exitoso.

2.4 ENSAYOS DE ALMACENAMIENTO CON ALGUNAS ESPECIES NATIVAS DE LA REGION HUETAR NORTE DE COSTA RICA

Dentro del marco del proyecto "Cooperación en los Sectores Forestal y Maderero" (COSEFORMA) se están llevando a cabo investigaciones sobre el almacenamiento de semillas de cuatro especies forestales nativas de la Zona Norte de Costa Rica. El estudio consiste en probar diferentes combinaciones de contenido de humedad y temperatura y de almacenar las semillas por distintos tiempos.

Cuadro 1. Comportamiento de semillas de 4 especies nativas de la Zona Norte de Costa Rica (resultados preliminares)

ESPECIE	CARACTERISTICAS	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION (%)	COMPORTAMIENTO
<i>Dipteryx panamensis</i> (Fabaceae)	Fruto con endocarpo grueso y duro, semilla grande (4-8cm)	20 800	36	87	Parece ser recalcitrante; viabilidad natural menos de un mes; soporta secado superficial del fruto; no soporta $\leq 4^{\circ}\text{C}$
<i>Hieronyma oblonga</i> (Euphorbiaceae)	Fruto carnosos con endocarpo duro, semilla muy pequeña (2-4 mm)	9	33	58	Viabilidad natural 3-4 meses
<i>Stryphnodendron excelsum</i> (Fabaceae)	Semilla con testa dura y de 0.5-1cm	102	15	99 ¹	Viabilidad natural > 1 año; parece ser ortodoxa; soporta secado y -15°C
<i>Vochysia ferruginea</i> (Vochysiaceae)	Semilla alada de 2-3cm	32	25	99	Viabilidad natural < 1 mes; comportamiento intermedio; soporta secado; no soporta < 10°C

1 Con tratamiento pregerminativo (corte de testa)

Aunque el estudio lleva apenas un año y todavía no se pueden sacar conclusiones definitivas, ya se han generado conocimientos sobre las características de las semillas y su comportamiento con respecto al secado y a diferentes temperaturas (cuadro 1). De las cuatro especies, *Stryphnodendron excelsum* es la que tiene menos problemas de almacenamiento. En el caso de *Hieronyma oblonga* todavía no se ha logrado almacenar semilla por la baja producción de las mismas en 1994. Las semillas de *Dipteryx panamensis* y de *Vochysia ferruginea* son difíciles de almacenar porque demuestran, por lo menos parcialmente, un comportamiento recalcitrante.

3. CONCLUSIONES

Muchas de las especies forestales del bosque lluvioso tropical tienen semillas que demuestran un comportamiento recalcitrante. Debido a la sensibilidad al secado y a temperaturas bajas, estas semillas no se pueden almacenar usando los métodos tradicionales.

Se ha logrado almacenar las semillas de algunas especies recalcitrantes por períodos cortos, que normalmente no sobrepasan un año. Con esto, ya se pueden evitar problemas de pérdida de viabilidad de las semillas durante el transporte. Además, el almacenamiento a corto plazo permite una mejor disponibilidad de semilla en la época de producción de plántulas en el vivero cuando se quiere reforestar con estas especies.

A pesar de los esfuerzos de los últimos años, no se ha logrado encontrar un método adecuado para almacenar las especies recalcitrantes a largo plazo. En vista de que se están perdiendo miles de hectáreas de bosques tropicales cada año por la deforestación, la conservación de los recursos genéticos forestales se ha convertido en un tema de alta prioridad a nivel mundial. La conservación de germoplasma a través del almacenamiento de semillas a largo plazo es un método importante para lograr este objetivo. El almacenamiento de embriones en nitrógeno líquido es una técnica nueva prometedora, pero es necesario profundizar las investigaciones en este campo.

4. BIBLIOGRAFIA

AHUJA, M.R. 1989. Storage of forest tree germplasm at sub-zero temperatures. In: Vibha Dhawan (ed.). Application of biotechnology in forestry and horticulture. Plenum Press, New York. p 215-228

BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; MYCOCK, D.M. & PAMMENTER, N.W. 1990. Recalcitrant (homoiohydrous) seeds: the enigma of their desiccation-sensitivity. Seed Sci. & Technol. 18: 297-310

- BERJAK, P.; FARRANT, J.M.; PAMMENTER, N.W.; VERTUCCI, C.W. & WESLEY-SMITH, J. 1992. Current understanding of desiccation-sensitive (recalcitrant) seeds: development, states of water and responses to dehydration and freezing. Department of Biology, University of Natal, Durban, South Africa, 10 p.
- BONNER, F.T. & VOZZO, J.A. 1990. Storing recalcitrant tropical forest tree seeds. Memorias Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas Forestales Tropicales, Bogotá, Colombia 1988. CONIF, Serie Documentación No. 18:139-142
- CHIN, H.F. 1988. Recalcitrant seeds. A status report. IBPGR, Rome. 28 p.
- CHIN, H.F. (Sin fecha). Storage of recalcitrant seeds. Universiti Pertanian Malaysia, Serdang, Selangor, Malaysia. 26 p.
- CHIN, H.F. & ROBERTS, E.H. 1980. Recalcitrant crop seeds. Tropical Press, Kuala Lumpur, Malaysia. 152 p.
- EIRA, M.T.S. (Sin Fecha). Classificação de sementes em ortodoxas, recalcitrantes ou intermediárias. EMBRAPA/CENARGEN, Brazil. 8 p.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D. & ROBERTS, E.H. 1991. An intermediate category of seed storage behaviour? I. Coffee. *Journal of Experimental Botany*, 41: 1167-1174
- ROBERTS, E.H. 1973. Predicting the storage life of seeds. *Seed Sci. Technol.*, 1: 499-514
- ROBERTS, E.H.; KING, M.W. & ELLIS, R.H. 1984. Recalcitrant seeds: their recognition and storage. In: Holden, J.H.W. and Williams, J.T. (eds.). *Crop Genetic Resources: Conservation and Evaluation*: 38-52. Allen and Unwin, London
- TANG, H.T. & TAMARI, C. 1973. Seed description and storage tests of some dipterocarps. *The Malaysian Forester*, Vol. 36 No. 2: 38-53
- TOMPSETT, P.B. 1985. The influence of moisture content and storage temperature on the viability of *Shorea almon*, *Shorea robusta*, and *Shorea roxburghii* seed. *Ca. J. For. Res.* Vol. 15: 1074-1079
- YAP, S.K. 1981. Collection, germination and storage of dipterocarp seeds. *The Malaysian Forester*, Vol. 44 No. 2 & 3: 281-300

Ya

ALGUNOS REPORTES DE ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

Enrique Trujillo N. *

Como una Guía Informativa, se ha compilado preliminarmente parte de la información disponible sobre el tema del almacenamiento de semillas de especies forestales tropicales.

La investigación en semillas forestales en general ha sido insuficiente, enfatizándose principalmente en estudios de germinación, determinación de las características físicas, algunos sobre fenología, anatomía y morfología. Los estudios sobre almacenamiento de semillas son escasos debido al largo plazo que exigen las experiencias y la relativa complejidad de los estudios en términos de infraestructura, equipamiento y capacitación necesarios.

Muchos de los estudios han basado sus resultados en la evaluación periódica de la germinación como respuesta a tratamientos de almacenamiento en frío y en general en recipientes herméticos, ocasionalmente con diferentes contenidos de humedad.

Salvo algunas experiencias, se carece de evaluaciones sobre el contenido de humedad en equilibrio, evaluación del comportamiento del contenido de humedad, uso de diferentes medios y temperaturas. En general no se tienen correlaciones de la conservación de la viabilidad frente a características como la composición química, anatomía de la semilla, técnicas de manejo y secado y correlaciones específicas con el medio.

Se pretende registrar de una manera elemental, los resultados de algunas experiencias, que si bien es cierto presentan vacíos de información, dan una orientación clara sobre las posibilidades de conservación de la viabilidad de algunas especies.

* Banco Lationamericano de Semillas Forestales PROSEFOR - CATIE

LISTADO DE ESPECIES Y SUS TECNICAS DE ALMACENAMIENTO

Acacia angustissima:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 7 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.2%. Trujillo (1994)

Acacia catechu:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.2%. Trujillo (1994)

Acacia deamii:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.2%. Trujillo (1994)

Acacia mangium:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.2%. Trujillo (1994)

Acacia tortilis:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 11 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.2%. Trujillo (1994)

Albizia adinocephala:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 11 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.2%. Trujillo (1994)

característica sólo se puede obtener si la semilla ha sido bien almacenada en recipientes herméticos a 4°C. Venegas (1986)

Las semillas de Aliso, requieren algunos cuidados especiales dadas sus características de testa blanda y permeable, muy sensibles a las condiciones medioambientales, especialmente a los cambios bruscos de temperatura y humedad, que pueden ocasionar la pérdida prematura de la viabilidad. Si se emplean bolsas plásticas o de papel y se almacenan al medio ambiente, se logra mantener la viabilidad sólo por 3 ó 4 meses, si está bien seca. INDERENA (1991).

Anacardium excelsum:

La semilla de esta especie es de muy corta viabilidad, por lo tanto no suele almacenarse; sin embargo se han hecho pruebas de almacenamiento en bolsas plásticas y nevera, obteniendo una viabilidad de hasta de 60 días; la temperatura no debe pasar de 6°C. INDERENA (1991).

Apeiba aspera:

Su almacenamiento es viable, siempre y cuando se controle su contenido de humedad, a un promedio del 10% y se empaqueta en recipientes herméticos; con este tratamiento se ha llegado a obtener un período de longevidad de hasta un año, a bajas temperaturas que no excedan los 4°C. INDERENA (1991)

Araucaria angustifolia:

La especie se debe almacenar en seco, depositada en recipientes herméticos y a no más de 4 ó 5°C de temperatura en cuarto frío. Becerra (1977).

Atelia herbert smithii:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 6.0%. Trujillo (1994)

Baccharis bogotensis H.B.K.:

La extracción de esta semilla debe hacerse manualmente y secándola en condiciones de invernadero para evitar las corrientes de aire. El almacenamiento debe hacerse en cuarto frío, entre 8 y 10% de contenido de humedad y a no más de 3-4°C de temperatura, el empaque de las semillas debe ser preferiblemente en bolsas de papel Kraft. Rojas (1981)

***Baccharis latifoliada* (Ruiz y Pavón) Person :**

La viabilidad de las semillas de ésta especie es relativamente corta, pero se puede prolongar hasta por 12 meses si se almacena a 4°C. en empaques o bolsas de papel Kraft. INDERENA (1991).

Bahúinea purpurea:

Las semillas de esta especie tienen una viabilidad media de 6 meses si se han almacenado al ambiente y con tratamiento previo de Vitavax 300. Casallas y Madrid, citados por Triviño et al (1991).

***Bombacopsis quinata* Dugand:**

Pierden rápidamente la viabilidad, por lo cual se recomienda no almacenar la semilla por más de un mes y medio después de la recolección, sin antes someterla a tratamiento previo. Rojas (1981). Sin embargo en el Proyecto Monterey Forestal en Colombia, con un contenido de humedad menor de 8°C y a 4°C se conservan bien por más de un año.

La semilla se puede presecar a la sombra, ambiente ó estufa a 25°C. La utilización de la estufa baja la humedad a 7-8%. Se recomienda aplicar Vitavax 300 o Lorsban en dosis de 70 a 100 g de c/u, por cada 10 kg de semilla. Luego se debe empacar en bolsas de polietileno ó aluminio y acopiar a temperatura de 20-14°C; bajo estas condiciones su viabilidad se mantiene por 16 meses. Triviño et al (1990). CORNARE (1987).

Calophyllum angulare:

Se recomienda desinfectar con fungicidas, posteriormente empacar en bolsas plásticas, para almacenar en nevera, de esta manera puede alcanzar una viabilidad de hasta 2 meses, siempre y cuando el contenido de humedad se halle entre el 6-8% y la temperatura no exceda en ningún caso los 5°C. INDERENA (1991).

***Calophyllum mariae* (Camb):**

La semilla se debe transportar sin extraer el pericarpio para mantener la humedad alta, luego se debe presecar ligeramente, protegiéndola de los rayos solares y en sitios con buena aireación. Antes del transporte se debe aplicar una solución de Orthicide 50%, en dosis de 2,5 g/litro de agua para prevenir el ataque de patógenos; la humedad de almacenamiento debe estar entre 25-35%; almacenándolo en bolsas de tela entre 2 y máximo 20°C. Triviño et al (1990).

La semilla de esta especie pierde lentamente la humedad al medio-ambiente requiere de 25

días para bajar de 36 a 13%, La Corporación Autónoma Regional de Río negro (1987).

Calliandra calothyrsus:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.6%. Trujillo (1994)

Carinina pyriformis:

La semilla se extrae cuidadosamente y luego se coloca a la sombra para presecar, se empaqueta en bolsas de tela. Por su alto contenido de grasa la deshidratación es lenta. Dependiendo del contenido de humedad inicial de la semilla, se recomienda utilizar una fuente de calor (25 ± 2°C) para alcanzar un contenido de humedad adecuado y así evitar el efecto de la luz sobre los ácidos grasos insaturados. Además recomiendan controlar las bacterias con Bananol de 20 cc por 100 cc de agua sumergiendo las semillas durante 10 minutos, antes de colocarse a germinar. Triviño *et al* (1990).

Cassia fistula:

La semilla de esta especie está protegida por una testa dura, la cual facilita su longevidad. Para su conservación y empaque se requieren bolsas plásticas, recomendándose aplicar una cantidad de Vitavax de 2-3 g por kilo de semilla y almacenar en cuarto frío (4°C).

Existe divergencia en cuanto al período de viabilidad máximo posible; así Casallas, citado por INDERENA (1991), sostiene que al almacenar en frío la semilla la viabilidad es corta, mientras que Suárez, citado por el mismo autor, anota que en ensayos de almacenaje en frío al ambiente, se logra mantener la viabilidad hasta por un año. INDERENA (1991)

Cassia moshata:

Para almacenar las semillas de esta especie, se recomienda empacar en bolsas plásticas, previa desinfección con Vitavax o Arazán, en una proporción de 1 ó 2 gramos por cada 3 kilos de semilla. Luego se guardan en cuarto frío a 4°C. En nevera corriente la semilla permanece viable hasta por 6 meses (INDERENA, 1991).

Cassia siamea:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en

recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.2%. Trujillo (1994)

Cassia spectabilis:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 6.1%. Trujillo (1994)

Casuarina cunninghamiana:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 5 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.1%. Trujillo (1994)

Casuarina glauca:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.1%. Trujillo (1994)

Caesalpinia coriaria:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.1%. Trujillo (1994)

Caesalpinia eriostachys:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 10 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.1%. Trujillo (1994)

Caesalpinia velutina:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 4 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 6.9%. Trujillo (1994)

***Cedrela odorata* :**

Las semillas de Cedro son muy sensibles y pierden rápidamente la viabilidad a temperatura ambiente o humedad superior al 10-12%, por lo que recomiendan guardarlas en lugar fresco, usar bolsas plásticas y envases sellados, limpios y secos, con lo cual se puede obtener una viabilidad hasta de 9 meses. Barreto y Herrera (1990). Trujillo (1994) Indica un periodo de almacenaje de 3 años a 4°C.

Las semillas deben estar bien secas antes del almacenamiento, se sugiere como temperatura óptima 4°C, y el uso de recipientes herméticos. Flinta (1977) y Becerra (1979). No es necesario remover el ala. INDERENA (1991)

***Cedrela mexicana*:**

Se recomienda para la especie un almacenaje en seco, en recipientes herméticos a 4°C. Becerra (1977).

Según experiencias de Lamprechi (1954) realizadas en Venezuela, cuando la semilla se conserva en frío se puede prolongar su viabilidad hasta por 420 días con una temperatura máxima de 4°C en cuarto frío.

***Cedrelinga catenaeformis* :**

Por ser una semilla fotoblástica, se debe presecar y secar a la sombra, el mejor tratamiento es a 20°C de temperatura y 12% de contenido de humedad. Preferiblemente la semilla no debe extraerse de la vaina, sino cortarse en secciones con una sola semilla debido a que los cotiledones de ésta semilla contienen gran cantidad de cloroplastos, lo que confiere el color verde. (Triviño et al, 1990)

***Centrolobium paraense*:**

Los frutos se deben presecar al sol, luego de lo cual se practican cortes a los agujijones y aletas logrando la eliminación parcial del exocarpo, sólo hasta dejar visible parte de la semilla; luego el secado debe hacerse a 25°C (+2), porque la pérdida de la humedad a temperatura ambiente es lenta. Posteriormente se puede proceder al almacenamiento a 20°C y 10% de humedad. Triviño et al (1990)

***Chlorophora tintoria*:**

Las semillas de esta especie se pueden almacenar en húmedo, preferiblemente en un sitio frío y húmedo. Becerra (1977).

Chlorophora creselsa:

La semilla se seca y se limpia manteniendo así la viabilidad por un año, siempre y cuando el contenido de humedad no supere el 6-8% y la temperatura se mantenga a 4°C. FAO (1957).

Cinchona officinalis:

Se puede almacenar en cuarto húmedo y frío, recomendándose llevar la semilla a un contenido de humedad máximo del 8%, bien sea en estufa ó en lugar cálido y aireado, pero sin exposición solar directa. Se recomienda una temperatura de almacenamiento entre 6 y 8°C. CONIF (1989).

***Cordia alliodora* (Ruiz y Pavón):**

En condiciones ambientales mantiene la viabilidad, solamente por 1 ó 2 semanas, no se recomienda almacenar a temperatura ambiente, pues a los 5 meses ya ha perdido totalmente su poder germinativo. El mejor método para preservar y almacenar la semilla, es secarla con luz solar una vez concluida la recolección, de modo que el contenido de la humedad baje hasta un 12-15%. Después de este procedimiento se realiza el almacenaje en cuarto frío a 5°C en recipientes herméticos y sellados, con lo que se mantiene hasta un año la viabilidad.

Para el almacenamiento de esta especie, deben también tenerse presente factores fitosanitarios, pues se sabe que algunos Coleópteros (*Amblycerus setellnus* y *Amblycerus* sp) causan daños considerables por deterioro mecánico de la semilla. Rojas (1981). En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de CATIE. PROSEFOR, se ha logrado mantener la viabilidad de las semillas por más de 7 años con un contenido de humedad de 5.7% y 4°C de temperatura. Trujillo (1994).

Cordia gerascanthus:

El mejor tratamiento, al almacenar estas semillas es a una temperatura de 15 a 18°C, para un contenido de humedad de 8%, empacándolas en bolsas de hoja de aluminio, con lo que logra una viabilidad de hasta dos años. INDERENA (1991).

***Cupressus* sp:**

Las semillas se pueden almacenar en recipientes herméticos o entre 2 y 4°C en cuarto frío por períodos que varían de 1 a 4 años. Si la semilla es preseleccionada, se puede lograr mantener la viabilidad de 8 a 10 años. (46) INDERENA (1979). Primer Curso Sobre Semillas Forestales.

Cupressus lusitanica:

Luego de un largo período de almacenamiento, es normal un porcentaje de germinación del 20-25%, pues es propio de la especie. INDERENA (1991). En ensayos de almacenamiento del BLSF-CATIE, se ha logrado mantener la viabilidad por 2 años a 4°C de temperatura y de CH. Trujillo (1994).

Cytarexillum sp:

Se deben empacar en bolsas de papel y en lugar seco y fresco hasta 90 días; se pueden usar envases de vidrio de boca ancha, o refrigerar en nevera para prolongar el tiempo de almacenamiento (La temperatura de 3 a 8°C inclusive). Se optimiza ese procedimiento, utilizando semilla seca (C.H. menor al 9%) y libre de impureza. (45) INDERENA (1991)

Dalbergia retusa:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 5 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.8%. Trujillo (1994)

Delonix regia:

Una vez recolectada la semilla se procede al almacenamiento, empacándola en bolsas plásticas y cuarto frío 4°C. La especie conservada en frío o en temperatura ambiente, conserva su viabilidad hasta entre 8-12 meses. Existen reportes de la conservación de esta semilla en lugar fresco, frío y aireado por períodos mayores de 5 años.(45) INDERENA (1991).

Dialyanthera otoba:

Pierde rápidamente su viabilidad debido a su alto contenido de grasas (35.3%) constituido principalmente por ácido mirístico; la humedad es igualmente alta, por lo cual su transporte y almacenamiento se dificulta; por este motivo se debe ensayar el envío en bolsa plástica con aserrín o carbón vegetal húmedo y desinfectar la semilla previamente con hipoclorito de sodio al 10% durante 10 a 20 minutos, procediendo así al almacenamiento que suele ser muy corto. (16) CORPORACION AUTONOMA REGIONAL RIONEGRO (1987).

Didimopanax morototonii:

Las semillas de ésta especie presentan una muy corta viabilidad, debido esto a un alto contenido de lípidos que dificultan la salida de la humedad interna, por lo cual el contenido de humedad tiende a permanecer muy alto; debe secarse en estufa, comenzando con 25°C y aumentando gradualmente a 27°C, auxiliando con corriente de aire seco, con el fin de evitar la acumulación de agua en la parte central de la semilla y la necrosis de los tejidos de reserva o descomposición del embrión CORPORACION AUTONOMA REGIONAL RIONEGRO (1987).

Dinizia excelsa:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.8%. Trujillo (1994)

Diphysa robinoides:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.8%. Trujillo (1994)

Dugandiodendrum colombianum:

La semilla de esta especie mantiene la viabilidad, durante 45 días aproximadamente, al medio ambiente sobre esta especie no se conocen datos específicos para su almacenaje. INDERENA (1991).

Enterolobium cyclocarpum:

El tratamiento previo al almacenamiento, debe realizarse inmediatamente después de extraídas las semilla, las cuales se exponen al sol hasta que sequen. Se procede a empacar en bolsas plásticas y se guardan al ambiente o en nevera, donde su viabilidad se puede prolongar por dos años.

Los reportes de viabilidad para la especie indican, longevidad por varios años, siendo útil para esto el almacenamiento en recipientes herméticos y en frío y a 4°C, lo que garantiza un óptimo cuidado y mantenimiento. En ensayos de almacenamiento del BLSF-CATIE, se ha logrado mantener la capacidad germinativa por 11 años a temperatura de 40°C Trujillo (1994).

Erythrina berteroana:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.4%. Trujillo (1994)

Erythrina fusca:

Las semillas de esta especie se pueden almacenar en cuarto frío a 4°C. Bajo estas características las semillas pueden conservar su humedad durante 4 meses.

Si se desea almacenar la semilla, por períodos de tiempo hasta de dos años, se almacenan en frío a 4°C y en recipientes herméticos de vidrio. En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 7.0%. Trujillo (1994)

Erythrina poeppigiana:

Debido a que la semilla de la especie, posee una testa dura e impenetrable, su viabilidad es alta en condiciones de almacenamiento en cuarto frío, 4°C; no es necesario realizar tratamiento químico previo contra los fitopatógenos. Las semillas pueden tener una viabilidad de hasta 5 años INDERENA (1991).

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 5 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 6.1%. Trujillo (1994)

Eucalyptus botryoides:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.4%. Trujillo (1994)

Eucalyptus camaldulensis:

En zonas tropicales, requiere de condiciones controladas. El vigor germinativo de la especie decrece a partir de 85 meses de almacenamiento a temperaturas de 5°C, lo cual ha demostrado que es mejor conservar la semilla a temperatura ambiente, con lo cual se logra mantener una alta viabilidad y poder germinativo después de 115 meses de almacenamiento (21) DORAN, J.C et. al (1987).

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 2 años en

recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.5%. Trujillo (1994)

Eucalyptus crebra:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 11 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.5%. Trujillo (1994)

Eucalyptus deglupta:

La especie requiere condiciones controladas de almacenamiento; para prevenir su deterioro debe almacenarse a una temperatura de 3-5°C. La cual logra mantener el vigor germinativo hasta doce meses. En ensayos de almacenamiento del BLSF de CATIE, se ha logrado mantener la viabilidad por 4 años almacenando a 4°C y con un contenido de humedad de 4.2%. Trujillo (1994).

Eucalyptus globulus:

La germinación de la especie es superior al 60%, después de 5 años de recolectada y almacenada en recipientes de plástico o vidrio herméticos y a 4°C. (65). Venegas (1982) En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.3%. Trujillo (1994).

Eucalyptus grandis:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 2 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.3%. Trujillo (1994).

Eucalyptus melliodora:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 11 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.3%. Trujillo (1994).

Eucalyptus occidentalis:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.8%. Trujillo (1994).

Eucalyptus saligna:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.3%. Trujillo (1994).

Eucalyptus viminalis:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 6 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.9%. Trujillo (1994).

Eugenia rapanoides:

Se considera básico, como pretratamiento, secar la semilla a la sombra y luego retirarle la pulpa de fruta. La semilla debe ser desinfectada con Vitavax o Arazán en una proporción de 1-2 g por cada 3 kilos de semilla. Debe ser empacada en bolsas de polietileno y almacenadas en cuarto frío a 4°C, logrando prolongar la viabilidad por un breve período de tiempo. En términos generales, el manejo de la semilla debe ser muy cuidadoso, ya que pierde fácilmente la viabilidad, por un alto contenido de humedad (mayor de 25%), lo cual activa la fisiología de la germinación y a la vez eleva el riesgo de contaminación. Con el anterior método de almacenamiento, se ha logrado mantener su viabilidad hasta por dos meses.

***Fraxinus* sp:**

La especie se puede almacenar en seco en recipientes herméticos a 4°C, con un contenido de humedad de 7-10%. La semilla de *Fraxinus* pertenece al grupo de semillas que es necesario secarlas para extraerlas y almacenarlas. Bonner (1979).

Gmelina arborea:

Una vez recolectada la semilla se debe eliminar la parte carnosa, para evitar fermentación durante el almacenaje. Según Rojas (1981). Con menos de 10% de humedad y a 4°C de temperatura puede conservarse hasta por 3 años.

Gliricidia sepium:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 4 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Guazuma ulmifolia:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Hymenea courbaril:

La semilla de esta especie se puede almacenar en altas temperaturas ambiente. Bacerra (1977)

Hura crepitans:

Las semillas se almacenan en seco y preferiblemente a 26°C de temperatura. Se aconseja secar la semilla al aire bajo sombra y almacenar en un sitio fresco y seco. CORPORACION AUTONOMA REGIONAL RIONEGRO (1987).

Inga sp:

La semilla pierde rápidamente la viabilidad (5 a 6 días). No se conocen técnicas de almacenamiento que prolonguen la capacidad germinativa. INDERENA (1991).

Jacaranda caucana:

Se empacan en bolsas de papel, si se carece de cuarto frío o nevera, se puede

almacenar en un lugar fresco. En estas condiciones la viabilidad puede conservarse por 2 años. INDERENA (1991).

Jacaranda copaia:

Las semillas tienen una testa blanda e impermeable, lo que hace que pierda rápidamente la viabilidad. Para el almacenamiento la semilla se seca hasta un nivel de contenido de humedad del 8%. Como tratamiento previo se recomienda un fungicida, empacar en bolsas plásticas y guardar en frío. Así se conserva la viabilidad por 2 meses. INDERENA (1991).

Jacaranda mimosifolia:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 1 año en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Juglans sp:

Las semillas de *Juglans* se deben almacenar en sitios frescos y fríos con mezcla o estratificación de arena húmeda, musgo o aserrín. INDERENA (1979).

Juglans neotropica :

Para la semilla de Nogal se ha desarrollado un método común de almacenamiento, denominado almacenaje en húmedo. Consiste en una locación de área fresca, se coloca la semilla formando montones en el suelo, y posteriormente se cubre con una capa de hojarasca. Sus condiciones morfo-fisiológicas hacen que requiera de bajas temperaturas de almacenamiento, pues dado su alto contenido graso, puede perderse la viabilidad rápidamente. Barreto y Herrera (1990)

Lacistema aggregatum:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 6 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Laphoencia speciosa:

Su proceso de almacenamiento es simple, se seca la semilla y se empaca en bolsas de papel almacenado al ambiente o en frío y seco a 4°C. Es una semilla que pierde viabilidad rápidamente, aún en buenas condiciones de almacenamiento; éste alcanza un período de viabilidad de 3-9 meses. INDERENA (1990).

Se conserva por períodos mayores a un año, en condiciones de almacenamiento entre 3-4°C. INDERENA (1991). INDERENA (1979).

Leucaena leucocephala:

La semilla no requiere de manejo especial para su empaque y almacenamiento; su viabilidad se considera larga, prologándose por más de un año. En condiciones de almacenamiento en frío a 4°C y utilizándose recipientes herméticos, la semilla puede conservarse por períodos mayores de 5 años. INDERENA (1991).

Melia azederach:

Las semillas de esta especie se almacenan en un cuarto húmedo con un contenido de humedad tan bajo como sea posible. Becerra (1977)

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Miconia squamulosa:

Las semillas se deben secar al sol y luego almacenar en bolsas de papel o plástico a temperatura ambiente, obteniendo una máxima viabilidad de un mes con bajo contenido de humedad de la semilla 5-8%. INDERENA (1991).

Mimosa scabrella:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 6 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Mora excelsa:

Se recomienda como el mejor procedimiento de almacenaje, colocar las semillas en cuarto seco a 26°C de temperatura. CONIF (1990).

Ochroma lagopus:

Para el almacenaje, se colocan en frascos de vidrio, con 100 a 150 g de sílica-gel; si no se utiliza este procedimiento, la semilla debe ser secada hasta un contenido de humedad entre 4.5 y 5.5%. Palacios (1989) OTERO (1985). CONIF (1990).

La viabilidad se conserva mayor tiempo que a temperatura ambiente, almacenando a 15°C y una humedad relativa de 70%, logrando mantener así la viabilidad durante 15 meses. INDERENA (1979). OTERO (1985).

Parkinsonia aculeata:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.7%. Trujillo (1994).

Pinus caribaea:

Las semillas se deben almacenar en un cuarto seco, en recipientes herméticos a 4°C de temperatura y con un contenido de humedad del 8%. CONIF (1988).

Pinus elliotti:

Conserva bien su viabilidad, almacenada en recipientes herméticos plásticos, o en galones con doble tapa, realizando previamente el secado de la semilla hasta un 8%, INDERENA (1979).

Pinus montezuma:

Se recomienda almacenar, las semillas en un cuarto seco y con un contenido inicial de humedad bajo, del orden del 8%. Becerra (1977).

Pinus patula:

Se almacena la semilla en un cuarto seco utilizando recipientes herméticos y guardándolo a 4°C de temperatura; es conveniente llevar la semilla a un contenido de humedad cercano al 6%. Becerra (1977).

Pinus pinaster:

Las semillas de esta especie se almacenan con un contenido de humedad de entre 9-11%. Becerra (1977).

Pinus pseudostrobus:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 6 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.9%. Trujillo (1994).

Pinus radiata:

Las semillas se almacenan en cuartos secos utilizando para ello recipientes herméticos y llevándose luego a 4°C. Becerra (1977).

Pinus taeda:

Las semillas de esta especie se han conservado por más de 15 años, luego de haberse mezclado con CaO al 77%. Baldwin citado por Flinta (1960).

Piptadenia peregrina:

Luego de extraer la semilla se debe desinfectar, se empaca en bolsas plásticas y se almacena a 4°C en cuarto frío, logrando mantener así la viabilidad hasta 6 meses.

Pithecellobium dulce:

Esta especie no requiere de un manejo especial para procesar las semillas, las cuales salen listas para siembra o almacenado. No existen resultados de investigaciones sobre contenidos de humedad, temperaturas o tipos de empaque. Se conoce la rápida pérdida de

viabilidad de la semilla, lo que se manifiesta por oxidación de los tejidos recomendación es la siembra a la mayor brevedad posible. INDERENA (1991).

Pithecellobium saman:

Deben almacenarse en cuarto seco utilizando recipientes herméticos y a cuatro grados (8°C) centígrados de temperatura. Becerra (1977).

Podocarpus rospigliossi:

Sus semillas pierden rápidamente la viabilidad por la oxidación rápida de sus tejidos lo que limita su almacenamiento. Almacenadas en arena y en frío, pueden alargar su viabilidad. INDERENA (1991).

Prosopis juliflora:

Las semillas de esta especie se almacenan en recipientes herméticos a 4°C de temperatura y en cuartos fríos y secos. Becerra (1977).

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 9 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.9%. Trujillo (1994).

Pseudosamanea guachapele:

La semilla se almacena en frío o al ambiente, obteniendo así semillas viables por un tiempo prolongado. Por poseer testa dura e impermeable, conserva la viabilidad fácilmente por tiempo prolongado. Hay reportes de almacenamiento de 5 años en condiciones de frío a 4°C y en recipientes herméticos, cuidando de mantener un bajo contenido de humedad al momento del empaque y almacenaje. Casallas citado por INDERENA (1991)

Quercus sp:

En estudios realizados por el INDERENA (1979) se obtuvieron resultados que demuestran que el mejor almacenamiento se realiza en húmedo en mezcla o estratificación, formando hoyos con cubiertas aireadas, con hojarasca o capas de arena. INDERENA (1979).

Quercus humboldii:

Se recomienda el almacenamiento de esta semilla en lugar fresco, frío y seco, luego de un total secado a la sombra que concluirá cuando la capa escamosa se halla despegado; aunque por su estructura la bellota es bastante resistente, al almacenarse a humedades superiores del 12% puede presentar germinación prematura, fermentación o pudrición. INDERENA (1990). Barreto y Herrera (1990).

El almacenamiento en estratificación en arena húmeda, aserrín o musgo, formando montones en el suelo u hoyos bien aireados permite conservar su viabilidad. INDERENA (1990). Barreto y Herrera (1990).

La semilla se debe secar bajo sombra, empacarla seca (ni húmeda ni caliente) y no almacenarla en bolsas plásticas, ni afectadas por perforadores. Molina, citado por INDERENA (1991).

Quercus suber:

Almacenar en cuarto seco, con un contenido de humedad inicial bajo, y a 4°C de temperatura. Becerra (1977).

Robinia pseudoacacia:

Almacenar en cuarto seco a 4°C de temperatura. Becerra (1977).

Samanea saman:

Luego de extraídas las semillas se deben asolear, para que se sequen lo máximo posible; se empaca y protege con aplicaciones de fungicidas. La semilla se almacena en nevera a 5°C, utilizando recipientes de plástico o de vidrio; conservada así, mantiene su viabilidad hasta 15 meses. INDERENA (1991).

Sapindus saponaria:

La semilla luego de extraída se seca a la sombra, luego de lo cual se aplica un tratamiento preventivo de desinfección con Vitavax o Arazán, en una proporción de 1 ó 2 gr. por 3 kilos de semilla. Realizado este procedimiento se empaca en bolsas de papel y se lleva a un sitio seco. Los ensayos realizados por INDERENA (1990), arrojan como el mejor resultado, empaques en bolsa de papel tipo periódico bien cerrado.

Scallonia paniculata:

Las semillas deben secarse a la sombra, y posteriormente se almacenan en cuarto frío o lugar fresco y aireado, usando empaques (frascos) de vidrio o plástico, con lo que se logra una viabilidad de seis meses. No se recomienda empaquetar la semilla húmeda ó caliente ni aplicar desinfectante. INDERENA (1991).

Schizolobium parahybum :

En resultados producto de pruebas realizadas por INDERENA (1979), se revela como el mejor tratamiento se conserva mejor la viabilidad almacenando a 20°C y en empaques de hoja de aluminio. INDERENA (1991).

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.9%. Trujillo (1994).

Stryphnodendrum excelsum:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 4.9%. Trujillo (1994).

Sterculia apetala :

Esta semilla posee un alto porcentaje de humedad y almidones, y bajo contenido de ácidos grasos. Es fácil de almacenar por largo tiempo. Debido a la alta higroscopicidad de la semilla se recomienda usar empaques herméticos y/o almacenar a bajas humedades relativas. El mejor tratamiento 20°C, con un contenido de humedad promedio entre 11.9 y 13.6% con o sin tratamiento de fungicida; puede llegar a mantener la viabilidad hasta por 3 meses. CONIF (1989).

Swetenia macrophylla:

Luego de la extracción de la semilla, se debe promover su secado, al sol por uno o dos días con el fin de disminuir el alto contenido de humedad en bolsas plásticas o envases de vidrio, a diferentes temperaturas (ambiente ó cuarto frío a 4°C) se puede mantener la viabilidad por largo tiempo. Becerra (1977).

INDERENA (1991).

Venegas, citado por INDERENA (1990), indica como mejor tratamiento, secar la semilla a

temperatura ambiente, desinfectar con Vitavax o Arazán (1-2 gr. por cada 3 kg de semilla), además eliminar su delgada ala y llevar a cuarto frío.

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 3 años en recipientes herméticos, en frío 4°C y con un contenido de humedad de 5.5%. Trujillo (1994).

Tabebuia chrysantha:

Las semillas se empaquetan en bolsas plásticas cerradas herméticamente y se almacena en cuarto frío o nevera, logrando prolongar la viabilidad según las condiciones de 3-6 meses. Se almacena con un contenido de humedad de 7-9%, es conveniente almacenar en recipientes de vidrio herméticos, o una temperatura de 18°C en cámara o cuarto de almacenaje fresco y aireado. Bajo estas condiciones puede mantener la viabilidad durante un año. INDERENA (1991).

Tabebuia pentaphylla:

En recipientes de vidrio hermético y en lugar fresco seco y aireado su viabilidad puede llegar inclusive a dos años. En un estudio sobre el efecto de algunos antioxidantes para conservar la viabilidad de las semillas, es adecuado almacenar al vacío y en la oscuridad. Trujillo (1990).

El mismo autor reporta que en otros estudios se ha encontrado que es posible conservar la viabilidad por más tiempo cuando se almacena con un 8% de contenido de humedad y una temperatura promedio de 20°C. Becerra (1977). CONIF (1989).

Tectona grandis:

Pueden mantener su viabilidad entre 1 y 2 años, si la temperatura es de 3-5°C y bajos contenidos de humedad, Rojas (1981). INDERENA (1991).

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 4 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 8.0%. Trujillo (1994).

Thouinidium decadendrum:

En ensayos de almacenamiento del Banco Latinoamericano de Semillas forestales de CATIE-PROSEFOR, se ha determinado que la especie puede ser almacenada por 8 años en recipientes herméticos en frío 4°C y con un contenido de humedad de 8.0%. Trujillo (1994).

Terminalia cattappa:

Una vez extraída la semilla, se expone al sol durante 24 horas; por su pulpa carnososa, es conveniente macerarla primero y luego secar para bajar el contenido de humedad entre un 8 y 12%. El almacenamiento de las semillas se puede realizar, tanto a temperatura ambiente en bolsas plásticas, como en sacos de fique. En bolsa plástica se mantiene la viabilidad de 5-6 meses, mientras que en fique sólo 3 meses. INDERENA (1991).

Tibouchina lepidota:

Luego de extraída la semilla debe asolearse, para bajar su contenido de humedad inicial, luego empacar en bolsas plásticas, se sellan herméticamente y se llevan a la nevera, donde se conserva su viabilidad por 15 días. (45) INDERENA (1991).

Virola sp:

CONIF (1990), anota que puede ser una semilla recalcitrante, requiere transporte y almacenamiento con altos contenidos de humedad, preferiblemente no empacada en envases herméticos. A las semillas de este género, no se les conoce, una adecuada técnica de almacenamiento; se ha determinado preliminarmente, que el almacenamiento en frío a 4°C no contribuye a mantener la capacidad germinativa. CONIF (1989). INDERENA (1991).

Virola carinata:

Por ser una especie oleaginosa recalcitrante y tropical, requiere para su almacenamiento altos contenidos de humedad y empaques, que permitan el intercambio de oxígeno. Triviño (1990).

Xilosma sp.

Las bayas se lavan para extraer las semillas, para luego secarlas al sol; las semillas bien secas están listas para el almacenamiento, puede llevarse a cabo en bolsas de papel o plástico, en un lugar fresco; de esta manera se puede mantener la viabilidad por un período de 3-4 meses. INDERENA (1991).

BIBLIOGRAFIA

- ANGULO C., R.. El cultivo del tomate de árbol. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia. S.F.
- BARRETO A. G.; HERRERA G., J. D.. 1990. "El CEDRO" *Cedrela odorata* L. INDERENA. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá-Colombia.
-"El NOGAL". *Juglans neotropica* Dote. INDERENA. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá - Colombia. 1990.
-"EL ROBLE". *Quercus Humboldtii* B. INDERENA. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá - Colombia. 1990
-*Juglans neotropica* D. INDERENA. En: Investigaciones forestales N°4. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá -Colombia. 1990.
- BARRETO A., G.; HERRERA G., J.D. 1990. Sistematización y diseño de material divulgado sobre tres especies nativas (*Cedrela odovata* L.; *Juglans neotropica* D. y *Quercus homboldtii* B.). Tesis de Grado.
- BECERRA, J. E. 1977. Almacenamiento, tratamiento y ensayos de germinación de semillas forestales. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia.
- BERMUDEZ G., H. 1988. Interrelación del contenido de humedad y el almacenamiento en el mantenimiento de la viabilidad en semilla de *Tabebuia rosea*, *Cordia alliodora*. Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá - Colombia.
- BONNER, F.T. 1977. Almacenamiento de semillas de latifoliadas. FAO. Documento ocasional Forestal N°7. pp. 11-18.
- BUSZEWIES, G.. 1977. *Cordia Alliodora* Seed Storge experiment. p.2, Marzo.
- CARTAGENA V., R. 1995. El Mano y su Ecología. En: Fruticultivo Tropical. Federación Nacional de Cafeteros de Colombia -ICA. Espinal - Colombia.
- CORPORACION AUTONOMA REGIONAL RIONEGRO. 1987. Manual de recolección, tratamiento y almacenaje de semillas forestales. P.60. Rionegro Colombia. .

- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y FOMENTO FORESTAL.**
1989. Mejoramiento de Semillas y Fuentes Semilleras en Colombia. CONIF-INDERENA-CIID. Serie de Documentación N°19, p.91. Bogotá-Colombia.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACIONES Y FOMENTO FORESTAL.**
1988. Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas Forestales Tropicales. Octubre 26-28. P.176. Bogotá -Colombia.
- CHANDLER, W.H.** 1982. Frutales de hoja perenne. Unión Tipografía. Editorial Hispanoamérica. Mejico.
- DORAN, J.C.; TURNBULL, J.W.; FARIUKE; E.H.** 1987. Effects of Sotorage Experiment. Conditions on Germination Op Five. Tropical Forest Seed Problema In Africa. Sug 23 -Sep 2. pp339.
- Recomendaciones para el establecimiento de un vivero comercial de forestales tropicales. En: investigaciones forestales N°32. INDERENA. Editora Guadalupe Ltda. Bogotá - Colombia. 1990
- FAO.** 1957. Métodos de plantación de bosques. En: El Africa Tropical. Cuaderno de Fomento Forestal N°1. N°8.
- FLINTA, L.M.** s.f. Prácticas de plantación forestal en América Latina. FAO. Cuaderno de Fomento Forestal. N°15.
- GOBERNACION DE CONDINAMARCA.** s.f. Almacenamiento de *Cordia Alliodora*. Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural.
- HERRERA L., J.** 1990. Prácticas de producción y plantación de 19 especies para recuperación de suelos. En el piso montano bajo. En: Investigaciones Forestales N°41. INDERENA. Editora Guadalupe Ltda.
- INDERENA.** 1991. Compilación de conocimientos y experiencias prácticas con especies nativas a nivel de vivero.
- INDERENA.** 1979. Primer Curso Sobre Semillas Forestales. Bogotá, Colombia.
- JARA, L. F.; VENEGAS T., L.** 1982. Aprenda a Plantar... Eucalipto, Ciprés y Pino. INDERENA. Publicaciones Interamericanas. Bogotá, Colombia.
- JAIMES S., V.** 1990. Estudio sobre la fisiología de la germinación y almacenamiento de semillas de las principales especies del bosque andino. Jardín Botánico de Bogotá José Celestino Nutis. Bogotá, Colombia.

- LAMPRECHI, M. 1954. Conservación de las semillas forestales. Boletín N°1. Mérida Venezuela.
- PALACIOS, O.I. 1980. Evaluación de las semillas de balsa (*Ochroma lagopus*) Swartz. En relación con la temperatura, humedad y tiempo de almacenamiento. Tesis Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogotá Colombia.
- PIEDRAHITA, E. 1985. Efecto de la viabilidad al almacenar Teca (*Tectona grandis*). Tesis Universidad Nacional de Colombia Medellín Colombia.
- POPINIGIS, F. 1976. Preservaco da Qualidade Fisiológica. Da Semente Durane o Armazenamento. EMBRAPA Brasil D.F. Brasil. Nov. 1976.
- ROJAS R., F. 1981. Especies forestales más utilizadas en los proyectos de reforestación en Costa Rica. Tomo N°1 Instituto Tecnológico de Costa Rica, Cartago, Costa Rica.
- SAENZ C., F. s.f. El Cultivo del cacao. Federación Nacional de Cafetaleros de Colombia.
- TRIVIÑO T. D.; de ACOSTA, R.; CASTILLO, A. 1990. Mejoramiento de Semillas Fuentes Semilleras en Colombia. "Técnicas de Manejo de Semillas para Algunas Especies Forestales Neotropicales. En: Colombia". INDERENA. Serie de Documentación N°19. Editora Gente Nueva.
- TRUJILLO N., E. s.f.. El Uso de los agentes antioxidantes para conservar la viabilidad de semillas de *Tabebuia rosea*. Tesis de Grado MsC. en fisiología de Cultivos. Universidad Nacional de Colombia.
- VENEGAS T., L. 1982. Aprendo a Plantar... Abarco y Laurel. Publicaciones Interamericanas.
1986. Aprenda a Plantar. Aliso Imprenta Nacional de Colombia. INDERENA.
- TRUJILLO N., E. 1994. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de almacenamiento de 52 especies forestales. Boletín de Semillas y Mejoramiento Genético Forestal. No. 7 PROSEFOR- CATIE. Turrialba, Costa Rica. 7-8 p.

70

TECTONA GRANDIS

Alexis Ramírez A.
BLSF

INTRODUCCION

Originaria de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India, la teca fue introducida por primera vez en el continente americano, en Trinidad y Tobago en 1913 con semillas procedentes de Tenasserim en Birmania (Beard, 1943). La semilla de Trinidad ha sido ampliamente distribuida a Belice, República Dominicana, Guatemala, Jamaica, Costa Rica, Cuba, Colombia, Venezuela, Haití, Puerto Rico, Ecuador, Guayana Francesa y México. También se han establecido plantaciones en Brasil, Perú, El Salvador y Honduras (Keogh, 1980).

En el área centroamericana florece a los cinco años y ya empieza a producir semilla fértil; los frutos necesitan tratamientos pregerminativos, entre los cuales el mas usual es dejarla en agua durante la noche y extenderla al sol en el día, durante 10 días mínimo y 20 días máximo. Un tratamiento más sencillo es simplemente dejarla en agua durante una semana y luego sembrarlas.

Requiere de climas con estación seca bien definida de 3 a 5 meses y temperatura entre 25° y 28°C; la precipitación debe ser de 1250 a 2500 mm anuales y se puede plantar desde el nivel del mar hasta 1000 metros (Chaves, Eladio, 1991). En C.A. se ha plantado de 0 a 600 m. Se adapta a gran variedad de suelos, pero prefiere bien drenados, fértiles y profundos (Flinta 1960).

PROCESAMIENTO

Mientras los frutos están en el árbol cada día se acercan más a su grado óptimo de madurez, al secarse se despegan y caen. Después de la recolección de los frutos, éstos quedan desprotegidos y expuestos a las condiciones del medio. Las condiciones ambientales donde quedan los frutos son difíciles de manejar, por lo que se debe actuar con rapidez y cuidado, hasta tener los frutos en condiciones controladas, óptimas para mantener la viabilidad. Cortar los frutos en su grado óptimo de madurez, es de vital importancia, ya que así prolongan por más tiempo la viabilidad.

Los frutos en el campo deben colocarse en sacos de yute o un material equivalente, los mismos que se utilizan para granos como frijol, maíz y otros, nunca en bolsas plásticas, ya que son muy calientes y no tienen ventilación. Los sacos no deben llenarse completamente para que haya espacio para aireación dentro de ellos y los frutos se mantengan frescos; el sitio donde se mantienen también debe ser fresco y ventilado. El día del transporte debe hacerse de preferencia muy temprano en la mañana o esperar la tarde cuando el sol no está muy fuerte. Es importante disponer de un manteado para cubrir los sacos en caso de lluvia. En el sitio de procesamiento se actúa de la siguiente manera:

1. Mantener en todo momento la identificación de los lotes.
2. Se sacan los frutos de los sacos y se extienden en manteados el mismo día.
3. Se dejan los frutos extendidos y a la sombra por unos dos días para ayudar en el proceso de posmaduración y al mismo tiempo de presecado a temperatura ambiente. Se aprovecha este mismo tiempo para eliminar hojas, piedras, trozos de madera y todo lo que no sea frutos.
4. Si se tiene una cámara de secado se pueden dejar allí por 24 horas, o asolear los frutos sobre lonas para que la cáscara que los cubre se tueste bien, y luego, ya sea frotándolos o golpeándolos suavemente en un saco, esta cáscara se desprenda, convirtiéndose en pedazos muy pequeños casi como polvo. Si se utiliza esta última forma, es importante que se haga suave para no dañar los frutos, pues frutos y semillas con daños mecánicos o almacenados con plagas, no se conservan por largo tiempo. Esta especie tiene una testa muy dura y gruesa que protege bien y por mucho tiempo, las dos a cuatro semillas que posee cada fruto.

Cuando se tienen los frutos en este paso del proceso se pueden utilizar varios métodos para limpiarlos, ya sea por succión, haciendo uso de vibradores o sopladores o simplemente tamices para eliminar el polvo y otras impurezas que hayan quedado.

Con los frutos limpios sólo falta para poder almacenarlos, el control del contenido de humedad que tienen.

Es recomendable que el porcentaje del contenido de humedad de las semillas para ser almacenadas a 5°C, debe estar en un rango entre 6 y 8 por ciento, por tanto se debe hacer al lote una prueba de contenido de humedad.

El procedimiento normal es tomar dos muestras de 5 gramos cada una, se cortan los frutos en pedazos o se trituran, se pesan de nuevo y se toma el peso exacto, se colocan en un horno durante 17 ± 1 horas a $103 - 105^{\circ}\text{C}$. Al término del tiempo se sacan y se ponen a enfriar en un desecador durante 30 minutos, para luego tomar el peso seco de las muestras. La diferencia de peso entre ambas muestras no debe sobrepasar 0.2%.

Fórmula
$$\% \text{ C H} = \frac{P_i - P_s}{P_i} \times 100$$

Si el contenido de humedad está sobre el 8% que se necesita se debe asolear nuevamente los frutos o ponerlos en el cuarto seco por un tiempo determinado al término del cual se hará una nueva prueba de contenido de humedad. Ya con los frutos limpios y con el contenido de humedad conveniente, se almacenan en recipientes plásticos oscuros o al menos bolsas plásticas negras lo más gruesas posible. Para la conservación por más tiempo de frutos y semillas es necesario que estén secos, en un lugar oscuro y fresco, y que haya la menor cantidad de aire al contacto de las semillas, por eso los recipientes deben estar llenos y con doble cierre; las bolsas plásticas bien amarradas y sin aire dentro.

BIBLIOGRAFIA

Chaves, E. ; Fonseca, W. 1991. Teca. (*Tectona grandis* L. f.) Especie de árbol de uso múltiple en América Central, cita a: Beard, 1943, Flinta, 1960, Keogh, 1980c.

FISIOLOGIA DE LA GERMINACION Y TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

*Enrique Trujillo N.**

1- GENERALIDADES:

Los tratamientos pregerminativos han dejado de ser una opción de manejo para convertirse en prácticas de uso obligatorio en muchas especies para mejorar el porcentaje de germinación y la energía germinativa. Su efecto ha sido ampliamente comprobado en el campo forestal y cada vez se ha sofisticado más su utilización por lo menos a nivel experimental.

El conocimiento sobre técnicas pregerminativas es más amplio que las aplicaciones que dan los usuarios, debido a falta de información o implementación de métodos masivos y aplicables de una manera ágil en los viveros. Salvo algunas excepciones es fácil y económica su aplicación.

La investigación se ha orientado de una manera aplicada, por ensayo y error, sin tener en cuenta, tanto la estructura de la semilla como su fisiología. A continuación se presentan algunos conceptos que explican las respuestas a diferentes tratamientos.

2- LA GERMINACION

La germinación de la semilla es un fenómeno biológico, que puede interpretarse como la continuación del crecimiento del embrión, el cual ha sido temporalmente interrumpido durante la formación de la semilla. Durante el desarrollo de la germinación intervienen eventos genéticos, metabólicos, anatómicos y bioquímicos. Básicamente supone la activación metabólica de la semilla hasta que se da origen a una plántula normal. Durante la formación de la semillas, se producen y almacenan reservas en el endosperma (monocotiledoneas) o los coliledones (dicotiledoneas).

El CO₂ fijado por las hojas se convierte en sacarosa, se transporta a través del floema y se acumula en los tejidos de reserva de la semilla. Durante la formación del endosperma se

* Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. PROSEFOR/CATIE.

sintetizán proteínas (enzimas y reservas), posterior a la acumulación de almidones. De igual manera se acumulan lípidos, los cuales son más energéticos como tejido de reserva y estos tienen una participación activa durante la germinación y el crecimiento. Durante la formación de la semilla se sintetizan y acumulan hormonas, las que posteriormente participan en la germinación.

Adicionalmente se forman nucleótidos libres, amidas, alcaloides, aminoácidos, ácidos grasos, fenoles, vitaminas, pigmentos, antocianinas y otros compuestos que literalmente conforman una batería bioquímica necesaria para dar origen al fenómeno de la germinación. Para la ocurrencia de la germinación, las condiciones externas e internas deben ser adecuadas y suficientes; la restricción de uno o varios de los factores que intervienen, puede impedir el fenómeno o su desarrollo de una manera irregular. Para mejorar y hacer óptimas las condiciones para la germinación se recurre al uso de tratamientos pregerminativos, los cuales ayudan de una u otra manera al estímulo germinativo bien sea superando barreras físicas o fisiológicas.

2.1 Regulación de la germinación

La germinación no se activa sin condiciones adecuadas, los tratamientos pregerminativos facilitan las condiciones o modifican las restricciones, para asegurar una secuencia ordenada de los procesos fisiológicos propios de la germinación.

La regulación se presenta en la semilla por las testas y otras barreras permeables, por requerimientos energéticos, síntesis y activación de enzimas y hormonas y reguladores de crecimiento.

2.2 Factores que intervienen en la germinación

La germinación es una secuencia de eventos, influenciada directamente por varios factores internos y externos que interactúan permanentemente.

Dentro de los factores externos, se cuentan principalmente la humedad, temperatura, luz, oxígeno y CO₂, sustrato (pH, nivel de salinidad, medio). Los internos que intervienen son los promotores e inhibidores de la germinación, la activación metabólica en general y la regulación

genética particular. La fisiología de la germinación aún no está totalmente determinada, aunque existen por lo menos tres teorías bioquímicamente fundamentadas. Sobre algunos de los factores y restricciones existentes es posible la aplicación de tratamientos pregerminativos.

3. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS SOBRE FACTORES EXOGENOS:

3.1 Agua

El agua es un factor completamente imprescindible en el proceso de la germinación. La semilla absorbe agua hasta la imbibición, lo que permite la activación de los procesos metabólicos.

Dependiendo de la composición química de la semilla se tiene un mayor o menor nivel de imbibición. Existe un mayor nivel de hidratación en proteínas y menor en oleaginosas o en general semillas ricas en grasas. La imbibición es un proceso mecánico y activa procesos netamente biológicos. La presión de imbibición está directamente relacionada con el potencial hídrico. Durante la hidratación ocurre una dispersión de coloides, se hidratan las reservas y se activan los sistemas enzimáticos de hidrólisis.

Se puede dividir el proceso de imbibición en tres etapas:

- 1º Proceso de absorción rápido, puramente físico e indiferente de la viabilidad de la semilla.
- 2º Fase estacionaria
- 3º Fase metabólica, lenta prolongada y dependiente de las condiciones de temperatura y O₂ (Se reactivan organelas, se produce un aumento en la respiración y por tanto hay liberación de energía indispensable para la germinación).

Dependiendo de la temperatura puede haber diferencias en la imbibición de algunos minutos a horas. La disponibilidad de oxígeno influye activamente en el proceso, dado que aumenta la tasa respiratoria. Tanto el agua como el oxígeno requieren de cierta impermeabilidad de la semilla, lo cual está en función directa de las características de su testa. En términos de la

capacidad de permitir el paso de agua y oxígeno a su interior las semillas pueden ser remeables o impermeables, la impermeabilidad de la testa depende de su composición química, características anatómicas tales como el tipo de tejido de la exo, meso y endotesta y el estado de madurez y desarrollo. Las características de la testa no solo son responsables de su permeabilidad, sino de su capacidad de retención de agua y algunas veces ocasionan latencia dada la presencia de inhibidores de la germinación como es el caso común de los fenoles.

La restricción al paso de agua y oxígeno por parte de la testa es muy frecuente y causa principal de las dificultades de germinación (porcentaje y vigor) en una gran cantidad de especies, el grupo de las leguminosas se incluyen en esta clasificación. La testa es una de las principales estructuras responsables de la latencia e impermeabilidad de las semillas, tanto por su composición anatómica como química. Estas cubiertas están conformadas de varias capas de tejido con fuertes variaciones en número, grosor, estructura histológica. A continuación se muestran las testas de algunas especies. Para romper esta limitación, se utiliza una variada gama de tratamientos pregerminativos, los cuales se agrupan principalmente en químicos y físicos, todos encaminados a fisurar, o alterar las características de la testa para facilitar el paso de agua y oxígeno y la salida de CO₂ facilitando en la respiración.

Dependiendo de la anatomía y morfología de la semilla, tamaño, composición química de la testa, dureza y facilidad de manipuleo, se elige un tratamiento pregerminativo. Para facilitar el paso de agua se puede recurrir a:

- Escarificación mecánica - eliminación por diferentes medios de las capas impermeables restrictivas.
- Inmersión en agua por tiempos y temperaturas variables.
- Inmersión en H₂SO₄, HCl, HNO₃ u otros ácidos en diferentes dosis, con concentraciones y formas de aplicación
- Corte parcial de testa
- Eliminación total de testa
- Exposición directa al sol y agua
- Fuego
- Golpe o fractura
- Calentamiento en seco

Los tratamientos presentados se utilizan en diferentes formas, intensidades, concentraciones y tiempos de aplicación, en función de las características de las semillas y experiencias previas.

3.2 Oxígeno

El oxígeno es necesario como sustrato en las reacciones metabólicas importantes de la semilla, especialmente la respiración. Aunque en los primeros estadios de la germinación los procesos (antes de que la radícula rompa el tegumento, las reacciones son de carácter anaeróbico), posteriormente el proceso se hace totalmente dependiente del oxígeno. La disponibilidad de oxígeno también se afecta por otros factores como la temperatura, el grado de humedad, concentración de CO₂, dormancia y algunos hongos y bacterias.

A bajas temperaturas (5°C) el consumo de oxígeno a través de la testa es menor. Los tratamientos pregerminativos aplicables para facilitar la entrada de oxígeno al interior de la semilla son los mismos enunciados anteriormente para el caso del agua. En general son tratamientos tendientes a alterar la permeabilidad de la cubierta mediante la remoción de tejidos restrictivos. Usualmente no es necesario alterar la totalidad de la cubierta, ya que con una pequeña sección es suficiente.

3.3 Temperatura

Es uno de los principales y más influyentes factores de la germinación, se han reportado rangos mínimos por encima de 0°C, óptimos entre 25 y 31°C, máximos de 40-50°C. El factor desencadenante es la variación de la temperatura, por debajo o por encima de estos límites puede ocurrir la muerte de la semilla. Cuando las semillas son sometidas a temperaturas constantes se presentan modificaciones en la estructura de las capas lipídicas si la temperatura se eleva de 30-35°C se aumenta el flujo de aminoácidos durante la germinación. Dado que las enzimas tienen un óptimo de temperatura para su actividad metabólica, la influencia de los niveles o cambios de temperatura influyen decididamente presentando alteraciones metabólicas.

La germinación es muy sensible a la variación de la temperatura en unos pocos grados, lo cual se ha verificado a través de múltiples pruebas de germinación. Algunas especies necesitan alternancia de la temperatura para inducir la germinación. Esta alternancia se ajusta probablemente a las fluctuaciones naturales de su medio ambiente. La tasa de consumo de oxígeno de la semilla depende de la temperatura y por tanto es un poderoso regulador metabólico.

Como tratamientos pregerminativos se aplican cambios bruscos de temperatura alternados o someter la semilla a una dosis variable de frío 4°C antes de su siembra y al menos por 24 horas, tal como ocurre en *Ciphomandra betacea*.

3.4 Luz

La sensibilidad de las semillas a la luz es bastante variable de acuerdo a la especie. Algunas semillas se estimulan positivamente por la luz y otras negativamente. La respuesta de las semillas a la luz, esta ligada a una cromoproteína denominada "Fitocromo", pigmento responsable de atraparla.

El fitocromo se puede clasificar de acuerdo a la longitud de onda que predomine, con 660nm el fitocromo se activa y estimula la germinación, con 730nm la inhibe, en un tipo de respuesta denominada fotoconversión fue descubierta por Kendrick Spruit en 1973.

Básicamente el fitocromo es un sensor de señales del medio ambiente y fotorregulador, ya que capta, traduce y amplifica señales. Actúa solo en semillas hidratadas aunque está presente en semillas secas, el agua induce a cambios conformacionales, hidrata la parte proteica del fitocromo y estimula la síntesis misma del fitocromo.

En general esta presente en bajas concentraciones y en la oscuridad puede ser remplazado por la giberelina. Puede ser inhibido por ácido abscísico. En el espectro de la luz natural, las longitudes de onda de 660nm predominan en 2:1 sobre las longitudes de 730nm. Bajo el dosel del bosque, dado que las hojas actúan como filtros, solo pasan longitudes tales como 730nm, por tanto el fitocromo actúa como inhibidor. Esto explica porque una vez removida la cubierta forestal, germina una gran cantidad de semillas del Banco de Semillas del suelo.

La luz activa el fitocromo y este a su vez favorece la producción de giberelina estimulante de la germinación. La necesidad de luz en las semillas se reduce a medida que se acerca al nivel óptimo de la germinación, tal como ocurre en *E. camaldulensis*.

Muchas especies requieren fotoperíodos específicos para el estímulo de su germinación, por ejemplo *Pinus taeda* y *Pinus elliotii* germinan con fotoperíodos de 8 a 16 horas. En algunas especies los requerimientos de fotoperíodos pueden ser reemplazados por estratificación en frío

durante lapsos variados.

Existe una clara relación entre el fotoperíodo y la temperatura en la germinación de semillas. Como tratamientos pregerminativos específicos se somete la semilla durante la imbibición a radiación luminica de 660nm, lo cual se consigue simplemente con una lámpara normal de luz blanca o filtros específicos de tal longitud de onda (para semillas de *Eupatorium sp*, una lámpara de 150 Lux de luz blanca es la mejor opción. Ambica, 1980).

Utilización de diferentes combinaciones de fotoperíodos (según las exigencias de cada especie) y estratificación de las semillas en arena húmeda a temperaturas bajas (4°C) por tiempos variables reemplazan respuestas a la luz. Las semillas son sensibles a la calidad, cantidad, dirección y duración de la luz.

4. TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS SOBRE FACTORES INTERNOS:

Las hormonas y sustancias inhibidoras no hormonales son contraladores internos que regulan la germinación de semillas y se ajustan a las condiciones medioambientales y metabólicas de la semilla.

4.1 Promotores

Los principales promotores de la germinación son la giberelina, ácido indolacético y citoquininas, compuestos que están presentes en pequeñas cantidades en la semilla y su síntesis responde a sus características genéticas y respuestas específicas al medioambiente (por ejemplo fitocromo 660nm, promueve la formación de giberelina y ésta a su vez desencadena la germinación).

4.1.1 Giberelina

La giberelina estimula la germinación su velocidad y a la vez que estimula el crecimiento de la plántula. La respuesta de esta hormona puede variar con cada especie. El ácido giberelico es producido comercialmente por medio del cultivo del hongo *Giberelius spp.* y está disponible como sal de potasio.

Como tratamiento pregerminativo se utiliza la aplicación exógena de giberelina en concentraciones variables de 25 a 10.000 partes por millón (ppm). Para permitir la penetración en semillas con testas restrictivas se escarifica o elimina la cubierta.

La giberelina ha mostrado respuestas positivas en la germinación en casi todas las especies con las que se ha utilizado. Su uso no se ha extendido debido al desconocimiento de su acción, dificultad de preparación y eventualmente costos, aunque en la actualidad hay presentaciones económicas y de fácil aplicación con solo su dilución en agua (por ejemplo proggibs, hormonagro, etc.).

4.1.2. Las citoquininas

Las citoquininas, hormonas clásicas del crecimiento pueden ser activas para estimular la germinación de algunas semillas, comercialmente se pueden conseguir como kinetina. Se disuelve primero en una cantidad pequeña de HCL y luego se diluye en agua. **Por lo general la semilla se diluye en soluciones de 100 ppm de kinetina.**

La combinación de citoquininas con ácido giberélico o con compuestos que liberan eliteno, normalmente dan buenos resultados.

4.1.3. Etileno

El etileno ocurre de manera natural en las plantas y se conocen sus propiedades reguladoras del crecimiento. Experimentalmente la aplicación de etileno ha estimulado la germinación de semillas y es factible su uso práctico.

4.1.4 Nitrato de potasio

Muchas semillas latentes recién cosechadas germinan mejor después de la aplicación de una solución de nitrato de potasio. Como técnica su uso es muy extendido en laboratorios de semillas. **El tratamiento consiste en humedecer los medios de germinación con una solución de nitrato de potasio al 0.2%.**

semillas son muy sensibles a las influencias de la temperatura, luz y concentración de gases así como a la presencia de diversos compuestos químicos.

El mecanismo de acción no está completamente claro, pero se conoce que ejercer influencia sobre la permeabilidad de gases a los sistemas endógenos de inhibidores/estimuladores. Con tratamiento pregerminativo, se puede recurrir a la separación de embriones, con lo cual se eliminan los impedimentos de la germinación, o someter la semilla a un secado extenso.

A continuación se presenta una relación de algunas semillas de especies forestales que requieren de tratamientos pregerminativos.

TRATAMIENTO PREGERMINATIVO EN SEMILLAS DE ESPECIES FORESTALES**Listado Preliminar***ACACIA DECURRENS y ACACIA MEARNSII*

1. Escarificación mecánica o lijado de las semillas hasta que pierden el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.
2. Sumergir las semillas en agua hirviendo, al primer hervor, retirar de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 24 horas.

ACACIA MELANOXYLON

1. Escarificación mecánica o lijado de las semillas hasta que pierdan el brillo y su aspecto sea completamente poroso.
2. Hervir durante 1 minuto, retirar de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 24 horas.

ALBIZIA GUACHAPELE

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) dejar enfriar en la misma por 24 horas.

ALBIZIA NIOPOIDES

1. Sumergir semillas en agua corriente por 48 hrs, cambiar el agua dos veces al día.

ALBIZIA SAMAN

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) dejar enfriar en la misma por 24 horas. Repetir el tratamiento una vez más con las semillas que no se hinchan.

ALCHORNEA BOGOTEISIS

1. Remojo en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

ALNUS JORULLENSIS

1. Estratificación en arena húmeda a 5°C, durante 20 días.

ANACARDIUM EXCELELSUM

1. Inmersión en agua hirviendo, retirar de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 10 minutos (sembrar en sustrato de arenal)
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 12 horas.

ANDIRA INERMIS

1. Escarificación mecánica con tijera de podar.

APEIBA ASPERA

1. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.
2. Inmersión en ácido sulfúrico a 95% de concentración durante 40-70 minutos.

BEILSCHMIEDIA TOVARENSIS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas, (al sembrar cubrir con musgo).

BILLIA COLUMBIANA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

BROSIMUN UTILE

1. Sin tratamiento previo.
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, (sembrar en sustrato arenal).

BROWNEA ARIZA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

CAESALPINIA VELUTINA

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) durante 5 segundos, luego cambiar por agua corriente durante 24 horas.

CAESALPINIA CARIARIA

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) dejar enfriar luego cambiar por agua corriente durante 24 hrs, cambiándole el agua dos veces al día.

CALLIANDRA CALOTHYRSUS

1. Sumergir semillas en agua a 80°C (caliente) espere enfriar luego cambiar por agua corriente durante 24 horas.

CARINIANA PYRIFORMIS

1. Sin tratamiento previo.

CASSIA NODOSA

1. Escarificar semillas manualmente con tijera de podar al lado contrario del embrión y luego ponerlas 24 horas en agua.

CASSIA GRANDIS

1. Escarificar semillas manualmente con tijera de podar al lado contrario del embrión y luego ponerlas 24 horas en agua.

CASSIA FISTULA

1. Escarificar semillas manualmente con tijera de podar al lado contrario del embrión y luego ponerlas 24 horas en agua.
2. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 90 minutos.
3. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.

CASSIA SIAMEA

1. Inmersión en ácido sulfúrico al 75-95% de concentración durante 1 hora.
2. Escarificación mecánica o lijado de la semillas hasta que pierda en brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.
3. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) dejar enfriar luego cambiar por agua corriente durante 24 hrs, cambiándole el agua dos veces al día.

CASSIA SPECTABILIS

1. Sin tratamiento previo.

CASSIA TOMENTOSA

1. Escarificación mecánica o lijado de la semillas hasta que pierda en brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.

CASSIA JAVANICA

1. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 5 horas.
2. Escarificación mecánica con lija hasta que pierda en brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.

CASSIA GRANDIS

1. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 2-4 horas.
2. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.

CASSIA VELUTINA

1. Escarificación mecánica o lijado de la semillas hasta que pierda en brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.

CASUARINA EQUISETIFOLIA

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

CEDRELA MONTANA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.
2. Sin tratamiento previo.

CEDRELA ANGUSTIFOLIA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

CEDRELA ODORATA

1. Sin tratamiento previo.

CEIBA PENTANDRA

1. Inmersión en agua hirviendo, retirar de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 24 horas.

CHLOROPHORA TINCTORIA

1. Sumergir semillas en agua a 80°C (caliente) espere enfriar luego sembrar.

COPAIFERA CANIME

1. Escarificación mecánica con lija por 2 segundos, luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de ácido indolacético durante 1 hora.
2. Escarificación mecánica con lija por 2 segundos.

CORDIA ALLIODORA

1. Sin tratamiento previo.

CRESCENTIA ALATA

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

CROTON CUPREATUS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 2-6 horas.
2. Lijar las semillas que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.

CROTON SMITHIANUS

1. Sin tratamiento previo.

CROTON sp

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 3-4 días.

CUPANIA CINEREA

1. Sin tratamiento previo.

CUPRESSUS LUSITANICA

1. Estratificación en arena húmeda, durante 17 días.
2. Estratificación en estiércol de vaca húmedo, durante 17 días.
3. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

CYTHAREXYLUM OF. KUNTHIANUM

1. Sin tratamiento previo.

CYTISSUS MONSPESSULANUS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 1 hora.

DALBERGIA RETUSA

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

DELONIX REGIA

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) dejar enfriar luego cambiar por agua corriente durante 24 hrs, cambiándole el agua dos veces al día.
2. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 150 minutos.
3. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso, luego sumergirlas en agua a temperatura ambiente durante 4 horas.

DENDROPANAX sp

1. Sin tratamiento previo.

DIDYMOPANAX MOROTOTONII

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 12 horas
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24-48 horas.

DURANTA MUTISII

1. Inmersión en una solución al 2% de ácido sulfúrico durante 7-8 días.

ENTEROLOBIUM CYCLOCARPUM

1. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 2 horas, luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de ácido indolacético durante 1 hora.
2. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 2 horas, luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de giberelina durante 1 hora.
3. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) dejar enfriar luego cambiar por agua corriente durante 24 hrs, cambiándole el agua dos veces al día.

ERYTHRINA EDULIS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

ERYTHRINA POEPPIGIANA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

ERYTHRINA GLAUCA

1. Sumergir semillas en agua corriente por 48 hrs, cambiar el agua dos veces al día.
2. Inmersión en agua hirviendo, retirar de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 24 horas.
3. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24-48 horas.

EUGENIA JAMBOS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

EUGENIA FOLIOSA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.
2. Inmersión en agua hirviendo, retirar de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 1 hora.

FICUS GLABRATA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

FICUS NYMPHAEFOLIA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

FRAXINUS CHINENSIS

1. Sin tratamiento previo.
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 6 horas.

GLIRICIDIA SEPIUM

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

GMELINA ARBOREA

1. Sumergir semillas en agua corriente por 7 días cambiándole el agua tres veces al día.

GUAZUMA ULMIFOLIA

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) durante 10 segundos, luego cambiar por agua corriente durante 24 horas, lavar bien las semillas para quitar el mucílago antes de sembrar.

HIERONYMA CHOCOENSIS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

HYMENAEA COURBARIL

1. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso, luego sumergirlas en agua a temperatura ambiente, durante 10 días.
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 16 días.

INGA DENSIFLORA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

JACARANDA CAUCANA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

JUGLANS NEOTROPICA

1. Estratificación en arena húmeda durante 120 días.
2. Estratificación en tierra más arena húmeda durante 120 días.

JUGLANS NIGRA

1. Inmersión de la semilla en agua ambiente durante 3 días con cambio diario de agua.

KARWINSKIA CALDERONII

1. Sumergir semillas en agua corriente por 48 hrs, cambiar el agua dos veces al día.

LEUCAENA LEUCOCEPHALA

1. Hacer pequeño corte transversal de 3 mm en la parte posterior de la radícula.
2. Escarificación mecánica o lijado de las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.
3. Sumergir semillas en agua a 85°C (caliente) por 5 minutos.

LEUCAENA SALVADORENSIS

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

LIQUIDAMBAR STYRACIFLUA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 2 a 48 horas
2. Escarificación mecánica con lija, luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de ácido indolacético durante 1 hora.

LUPINUS spp

1. Sumergir en agua a temperatura ambiente, durante 3 a 5 días.

LYSILOMA sp

1. Sumergir semillas en agua corriente por 48 hrs, cambiar el agua dos veces al día.

MASTICHODENDRON CAPIRI

1. Escarificar semillas manualmente con tijera de podar al lado contrario del embrión y luego ponerlas 24 horas en agua.

MATISIA CORDATA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

MINQUARTIA GUIANENSIS

1. Sin tratamiento previo (sembrar en sustrato tierra) 2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 12-24 horas (sembrar en sustrato tierra).

MORINGA OLEIFERA

1. Sumergir semillar en agua corriente por 24 horas

MYRCIA POPAYANENSIS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

MYRTILLON BALSAMUM

1. Escarificación mecánica con tijera de podar. Escarificación directa al fruto.

NEPENTHA ACUTIFOLIA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

NEPENTHA sp

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

OCHROMA LAGOPUS

1. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.
2. Hervir durante 10 segundos.

ORMOSIA TOVARENSIS

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

PARKIA PENDULA

1. Hacer pequeño corte en la parte posterior a la radícula.
2. Inmersión en ácido sulfúrico concentrado durante 20 minutos.

PARKINSONIA ACULEATA

1. Sumergir semillas en agua a 100°C (hirviendo) durante 5 segundos, luego cambiar por agua corriente durante 24 horas.

PERSEA AMERICANA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

PHOEBE CINNAMOMIFOLIA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

PINUS spp

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

PITHECELLOBIUM DULCE

1. Sumergir semillas en agua corriente por 24 horas.

PITTOSPORUM UNDULATUM

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 3 horas.
2. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración, durante 30 a 70 minutos.

PSYCHARDIA PACIFICA

1. Lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso.
2. Hervir durante 10 segundos.

RAPANEA GUIANENSIS

1. Inmersión en ácido sulfúrico al 75% de concentración durante 2-4 horas. luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de giberelina durante 1 hora.
2. Inmersión en ácido sulfúrico al 75% de concentración durante 30 minutos. luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de giberelina durante 1 hora.

RHEEDIA MADRUNNO

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

SAManea SAMAN

1. Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 75 minutos.
2. Escarificación mecánica con lija por 2 minutos, luego sumergir las semillas en una solución de 50 ppm de cinetina durante 1 hora.

SCHWEILERA AFF. CIRUANA

1. Sin tratamiento previo.

SENNA ATOMARIA

1. Sumergir semillas en agua a 75°C (caliente) por 3 minutos

SHINUS MOLLE

1. Lijar las semillas hasta que pierdan su brillo natural y su aspecto sea completamente poroso, luego sumergirlas en una solución de 50 ppm de giberelina más 50 ppm de cinetina durante 1 hora. 2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 3 días

SIMMONSIA CHINENSIS

1. Sin tratamiento previo.

SOMANEN QUINOLINIF

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

STRYHNIA DRYMON EXCELSUM

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas

SWARTZIA MACROPHYLLA

- 1 Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas

SWIETENIA HUMILIS

- 1 Sumergir la semilla en agua dentro de un empaque por 1 día antes de la siembra a temperatura ambiente.

TABEBUIA ROSEA

- 1 Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

TABEBUIA CHRYSANTHA

- 1 Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

TARA SPINOSA

- 1 Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 60 a 180 minutos.
- 2 Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 120 minutos, luego sumergir las semillas en una solución de 100 ppm de ácido indolacético durante 1 hora.

TECTONA GRANDIS

- 1 Colocarlos durante 3 horas en una solución soda cáustica a 1 4%. Escarificación mecánica mediante desvastado de la testa con tijera.
- 2 Sumergir las semillas en agua corriente durante 10-15 días
- 3 Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante la noche y en el día extenderla sobre una lona; realizar procedimiento durante 17 días consecutivos.
- 4 Cubrir las semillas sobre un germinador con paja, quemar la paja y luego proceder a sembrar las semillas

TERMINALIA CATAPPA

- 1 Remover el pericarpio con una cuchilla, luego sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente, durante 9 días

TERMINALIA IVORENSIS

- 1 Escarificar las semillas manualmente con tijera de pajar al lado contrario del embrión y luego ponerlas 24 horas en agua

TETROCHIDIUM BOYACANUM

1. No se ha encontrado tratamiento adecuado.

THESPESIA POPULNEA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 4 días.
2. Sin tratamiento previo.

TREMA MICRANTHUM

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

VIROLA REEDI

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 48 horas.

VIROLA sp

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 12 horas.

VISMIA BACCIFERA spp DEALBATA

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 24 horas.

XILOSMA SPICULIFERUM

1. Inmersión de las semillas en agua hirviendo, retiro de la fuente de calor y dejar las semillas dentro de la misma agua durante 2 horas.
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 5 horas.

ZANTHOXYLON TACHUELO

1. Sin tratamiento previo (sembrado en sustrato tierra + arena)
2. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 12-24 horas (sembrado en tierra + arena).

ZANTHOXYLON RHOIFOLIUM

1. Inmersión en agua a temperatura ambiente, durante 12 horas

BIBLIOGRAFIA

- BIANCHETTI, A. 1989 Tratamiento pregerminativo de sementes florestais. EMBRAPA. 2º Simposio Brasileiro sobre tecnologia de sementes florestais. Atibaia, Brasil.
- CENTRO DE MEJORAMIENTO GENETICO Y BANCO DE SEMILLAS FORESTALES. Tratamientos pregerminativos. MARENA, Nicartagua. Plegable
- MAYORGA, E. 1994. Métodos para acelerar y uniformar la germinación de especies forestales. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No.8, CATIE-PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.
- MONTES, V. Causas bioquímicas del bajo poder germinativo en algunas semillas, U.N. Sin publicar. 1988.
- MOROHASCHI, Y. 1978. Development of respiration in seeds during hydration. Dry Biological System. New York Academic Press.
- NIEMBRO, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos ontogenia y estructura. Limusa, México. 285 p.
- ROBERTS, I. 1973. Oxidative processes and the control of seed germination. Seed Ecology. London.
- SERRANO, M. 1994. Germinación de *Stryphnodendron excelsum*. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales No.8, CATIE-PROSEFOR. Turrialba, Costa Rica.
- TRUJILLO, N. 1994. Manual General sobre uso de semillas forestales. INDERENA, Bogotá, Colombia. 55p.
- WILLIAMS, A. et al. 1976. Studies in seed dormancy. The role of Gibberellin biosynthesis and the release of bound Gibberelin in the post-chillin accumulation of Gibberelin plants Vol. 13/No.2.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN SEMILLAS FORESTALES

Por: Ing. Carlos Rijo¹

1.- Introducción

La germinación se define como el proceso biológico mediante el cual el embrión se desarrolla hasta alcanzar la emergencia de la plántula. Es el fenómeno más importante de la actividad forestal, ya que de una germinación adecuada dependerá el buen desarrollo de las plántulas.

Para una buena germinación es importante hacer primero una selección adecuada de las semillas y posteriormente darle los tratamientos requeridos.

La germinación es provocada por eventos o fenómenos de distinta naturaleza: genéticos, metabólicos, anatómicos y bioquímicos.

Fisiológicamente, las semillas disponen de numerosas reservas en azúcares, almidones, lípidos y proteínas que se almacenan en sus tejidos. Asimismo, hay hormonas que se sintetizan y acumulan en la formación embrionaria, para luego participar en la germinación.

El proceso germinativo implica los fenómenos de absorción de agua e intercambio de gases. Estos fenómenos se producen de la siguiente forma:

- Absorción de agua por imbibición, lo que produce rotura de la testa seminal,
- Acción enzimática, aumentando la razón de respiración y asimilación, lo que se debe a la utilización de los alimentos almacenados en el endospermo y los cotiledones, siendo éstos trasladados a las regiones de crecimiento (raíz, plúmula, hipocótilo) y,
- Crecimiento y división de células, con lo que se fija la radícula al suelo y emerge la plúmula.

En condiciones naturales, las semillas esperan la ocurrencia de los eventos o fenómenos que motivan la germinación, lo que se produce en presencia de agua, temperatura y luz adecuada. Sin embargo, algunas especies presentan elementos o sustancias que no permiten una germinación

¹ Ing. Forestal, Profesor Escuela Nacional Forestal, Jarabacoa

rápida, aún en presencia de condiciones favorables, debido a la presencia de algún tipo de impedimento, ya sea físico o químico, que inhiba la germinación. Esta inhibición natural se conoce como latencia.

Se han realizado una serie de investigaciones respecto a la latencia de las semillas forestales, con la finalidad de acelerar la germinación. Es lo que se conoce como tratamientos pregerminativos.

El presente trabajo tiene como objetivo presentar los principales tratamientos pregerminativos que se conocen para eliminar la latencia en semillas forestales.

2.- Latencia

Se ha definido la latencia como la cualidad de algunas semillas de retardar el proceso germinativo aún en presencia de las condiciones óptimas para la germinación en forma natural.

Existen varios tipos de latencia. Algunas veces, una misma semilla presenta más de un tipo de latencia. Según Padilla (1995), los principales tipos de latencia son:

- Latencia exógena o del pericarpio/cubierta seminal,
- Latencia endógena o del embrión y,
- Latencia combinada, que afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión.

De acuerdo con la misma autora, existen otras clasificaciones que permiten dar mayores precisiones sobre el origen de la latencia, involucrando al mismo tiempo como funcionan éstas. Así, la latencia exógena puede ser: Física, es decir, impermeabilidad de la cubierta o el pericarpio al agua; Química, por la presencia de inhibidores en el pericarpio o cubierta y Mecánica, es decir, la resistencia mecánica del pericarpio al crecimiento del embrión.

La latencia endógena o morfológica se manifiesta por un deficiente desarrollo del embrión.

La latencia fisiológica, se produce por un mecanismo fisiológico inhibitor que impide la germinación. Puede ser superficial (inhibidor débil); intermedia (mecanismo inhibitor intermedio) y Profunda (mecanismo inhibitor fuerte).

Existe la latencia morfofisiológica, producto de una combinación de aspectos morfológicos y fisiológicos, en la cual se asocian un embrión subdesarrollado con un mecanismo inhibitorio.

3.- Justificación de los tratamientos pregerminativos

Con los tratamientos pregerminativos los Viveristas inciden en aspectos importantes de la fisiología de la semilla y facilitan el desarrollo del embrión, ya que con éstos se crean las condiciones favorables para la germinación o se modifican las restricciones físicas o mecánicas que impiden la germinación.

Los tratamientos pregerminativos tienen como objetivo principal romper la latencia de las semillas. Para entender el por qué de estos tratamientos es necesario conocer los factores que provocan la latencia en las semillas, así como los factores que intervienen en la germinación.

4.- Principales tratamientos pregerminativos

Dentro de los tratamientos pregerminativos, los más conocidos son: Escarificación mecánica, Tratamientos con agua, Calor seco, Estratificación y, Tratamientos químicos.

4.1.- Escarificación mecánica

Este tipo de tratamiento es usado normalmente para la latencia mecánica, cuando la testa seminal se convierte en un obstáculo para la germinación. Su aplicación consiste en lijar las semillas hasta que pierdan el brillo natural y su aspecto sea completamente poroso, normalmente se combina con remojo en agua a temperatura ambiente durante tiempos variables. Estos tratamientos son aplicables a simientes de aspecto lustroso, como algunas leguminosas (*Cassia fistula*, *Acacia melanoxydon*, *Acacia mangium*, entre otras). La imposibilidad de lijar semillas pequeñas ha provocado el uso de tratamientos químicos (ácido sulfúrico, ácido clorhídrico).

4.2.- Tratamiento con agua

El agua adecuadamente aplicada ablanda las cubiertas seminales y, puede lixiviar algunos inhibidores químicos, la efectividad de este tratamiento dependerá de las características de la latencia y en función de las mismas se aplica.

4.2.1.- Hervor y remojo

Se sumergen las semillas en agua hirviendo, al introducir las semillas se baja la temperatura, por lo que hay que dejarlas hasta que reanuden el hervor, se retiran de la fuente de calor, dejándose en la misma agua a temperatura ambiente por tiempos variables.

4.2.2.- Inmersión en agua hirviendo sin remojo

Se sumergen las semillas en agua hirviendo, luego se retiran de la fuente de calor y se dejan en el agua sólo hasta que se enfríen.

4.2.3.- Hervir las semillas

Sumergir las semillas en agua y dejarla hasta que hiervan entre uno y cinco minutos, luego se retiran de la fuente de calor y deben permanecer en la misma agua durante tiempos variables a temperatura ambiente.

4.2.4.- Inmersión en agua hirviendo y remojo

Se sumergen las semillas en agua hirviendo, luego hay que retirarlas de la fuente de calor y dejarlas en la misma agua durante tiempos variables a la temperatura del ambiente.

4.2.5.- Remojo en agua fría

Sumergir las semillas en agua a la temperatura del ambiente durante tiempos variables.

4.2.6.- Inmersión en agua a temperatura ambiente

Durante un período de tiempo variable se sumergen las semillas en agua a temperatura ambiente. Los tiempos de inmersión dependerán de la especie.

4.3.- Calor seco

Algunas especies después de ser sometidas a fuego leve son capaces de mejorar su capacidad germinativa, lo cual está asociado principalmente a la presencia de latencia mecánica débil, como ocurre con la Teca (*Tectona grandis*) o como algunos pinos (*P. ponderosa* y *P. patula*).

4.4.- Estratificación

Este es el tratamiento más usado, consiste en dejar las semillas a la intemperie en arena húmeda durante tiempos variables.

4.5.- Tratamientos químicos

Se refiere a la escarificación con ácidos. El más usado es el ácido sulfúrico al 75% ó al 95%, durante tiempos variables. También se usa el ácido clorhídrico al 34 %. Después del tratamiento con ácidos es necesario lavar las semillas con abundante agua, para que la acidez no promueva la formación de hongos.

5.- Otros tratamientos pregerminativos

Los tratamientos citados hasta ahora actúan sobre la latencia exógena. Existen otros tipos de sustancias que actúan sobre las latencia endógena. Estos son sustancias químicas, elaboradas con base en síntesis de compuestos promotores de crecimiento, que se encuentran presentes en pequeñas cantidades en las distintas semillas. Los principales son: Giberilina, Ácido Indolacético y Citoquininas. Además existen, en menores proporciones, otras sustancias (Etileno, Nitrato de Potasio y Tiourea), actuando como promotores de la germinación.

5.1.- Giberilina

Este compuesto, fue descubierto por Kurosowa en 1938, estudiando las fermentaciones del hongo *Giberella fujikuroi*, cuya fermentación activa el crecimiento de tejidos en los vegetales superiores. Desde ese instante ha sido probada en diferentes tipos de semillas para acelerar la germinación, encontrándose efectos positivos. Wang y Liu (1968) encontraron efectos positivos en diferentes concentraciones, siendo el óptimo de 300 ppm, durante 24 horas para especies pináceas. Por otro lado, Rocuant (1984) aplicó Gibelina al género *Nothofagus*, logrando los mejores resultados con la concentración de 25 ppm. Esto evidencia de que la dosis a utilizar difiere según la especie.

Este compuesto, a pesar de ser positivo en casi todas las especies probadas, es poco usado, lo que se debe probablemente al desconocimiento de su acción, a dificultades en la preparación o el costo para su obtención (TRUJILLO, 1995).

5.2.- Citoquinina

Es una hormona clásica que se comercializa que como Kinetina. Normalmente se diluye y aplica en solución concentrada a 100 ppm. A veces se usa combinada con Giberilina, donde se libera etileno, produciendo así excelentes resultados (TRUJILLO, 1995).

5.3.- Etileno

Se produce en forma natural y estimula el crecimiento embrionario. Es importante este conocimiento, ya que se pueden aplicar compuestos o combinaciones de éstos que produzcan o liberen pequeñas cantidades de etileno y así acelerar la germinación.

5.4.- Nitrato de Potasio

Este compuesto se usa en concentraciones 0,2%, aplicado sobre los germinadores. Según Trujillo (1995) es recomendable para semillas recién cosechadas.

5.5.- Tiourea

Este compuesto se emplea en soluciones de 0,3 al 0,5 % para estimular la germinación de semillas latentes. Es aconsejable lavar con abundante agua después del tratamiento. Rocuant (1984) probó diferentes dosis de este compuesto, con especie del género *Nothofagus*, encontrando los mejores resultados al aplicarla al 0,5% durante dos días.

6.- Conclusiones

Para las semillas que tienen latencia, aplicar un tratamiento pregerminativo es fundamental, ya que se aumenta la capacidad germinativa y uniformidad en la germinación, al tiempo que se disminuye el período de germinación. También puede favorecerse la selección de las mejores semillas para la perpetuación de las especies.

El tipo de tratamiento pregerminativo que se aplique, dependerá de la especie, por lo que se recomienda a cada viverista realizar sus experimentos e investigaciones necesarias para proveerse de una lista de especies, con los tratamientos más adecuados. También se puede documentar de la información existente en países donde se hayan obtenidos algunos resultados.

7.- Bibliografías

- ESCUELA NACIONAL DE CIENCIAS FORESTALES. 1980. Curso sobre semillas forestales. Siguatepeque, Honduras,. Vol 2. s/p.
- PADILLA, M. 1995. Tratamientos Pregerminativos. EN: Memorias del Primer Curso Regional Sobre Recolección de Semillas Forestales, Turrialba, Costa Rica, CATIE. s/p.
- ROCUANT, L. 1984. efecto de Giberilina y de Tiourea en la germinación de semillas: especies del género *Notofagus*. BOSQUE, Chile, 5(2):53-58.
- TRUJILLO, E. 1995. Fisiología de la germinación y tratamientos pregerminativos. EN: Memorias del Primer Curso Regional Sobre Recolección de Semillas Forestales, Turrialba, Costa Rica, CATIE. s/p.
- WANG, T. T. ; LIU, C. T. 1968. Effects of gibberellin on germination of seed of some important conifers of Taiwan. Actas del Sexto Congreso Forestal Mundial, Madrid, España, Vol 2:1564-1568.

Anexos

LISTADO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS MAS COMUNES

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS MAS FRECUENTES PARA LAS ESPECIES MAS COMUNES EN REPÚBLICA DOMINICANA²

1.- AGUA

1.1. Inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas:

Cedrela montana, C. odorata, C. angustifolia

Erythrina poepigiana y E. edulis

Zizigium jambos

Inga densiflora

Leucaena salvadorensis

Persea americana.

Pinus.

Tabebuia rosea, T. chrisantha.

² Adaptado de TRUJILLO(1995)

1.10.- Sumergir las semillas en agua hirviendo(100 °C) durante 10 segundos, cambiar por agua corriente durante 24 horas, lavar bien las semillas hasta quitar el mucilago antes de sembrar:

Guazuma ulmifolia.

1.11.- Hervir las semillas un minuto, retirar de la fuente de calor y dejarlas enfriar:

Acacia melanoxylon.

2.- TRATAMIENTOS QUÍMICOS

2.1.- Inmersión en ácido sulfúrico al 75% a 95% de concentración durante una hora:

Cassia siamea.

2.2.- Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 90 minutos:

Cassia fistula.

2.3.- Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 2 a 4 horas:

Cassia grandis.

2.4.- Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 5 horas:

Cassia javanica.

2.5.- Inmersión en ácido sulfúrico al 95% de concentración durante 2 horas y luego sumergir las semillas en solución 100 ppm de Giberilina durante una hora:

Enterolobium cyclocarpum.

2.6.- Colocar las semillas en una solución de soda cáustica al 4%. Devastado de la testa con tijera:

Tectona grandis.

ESCARIFICACIÓN MECÁNICA

3.1.- Lijar las semillas hasta que pierdan su brillo natural y su aspecto sea completamente poroso:

Acacia decurrens, A. mearsnii, A. melanoxylon.

Cassia siamea, C. fistula, C. javanica, C. tomentosa.

Leucaena leucocephala.

3.2.- Escarificar las semillas mecánicamente con tijera de podar al lado contrario al embrión y ponerlas 24 horas en agua a temperatura ambiente:

Cassia nodosa, C. javanica, C. grandis.

Terminalia ivorensis

3.3.- Hacer un pequeño corte de 3 mm en la parte posterior de la radícula:

Leucaena leucocephala.

TRATAMIENTO CON FUEGO

Cubrir las semillas sobre el germinador con paja, quemar la paja y luego proceder a sembrar las semillas:

Tectona grandis

IMPLEMENTACIÓN DE REGISTROS NACIONALES DE FUENTES SEMILLERAS¹

YONI RODRÍGUEZ²

1. Introducción

La Dirección General Forestal firma en octubre de 1993 un convenio con el Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) del CATIE, con el objetivo de aumentar la productividad de las plantaciones forestales, mediante la producción y uso de semillas de mejor calidad fisiológica y genética. Para alcanzar este objetivo, se están desarrollando una serie de acciones conjuntas de promoción, capacitación, asistencia técnica e investigación en el campo de semillas forestales.

Uno de los componentes centrales del convenio, es la creación de una Registro Nacional de fuentes semilleras, donde se incluyen y describen las mejores fuentes. Las ventajas de contar con un registro de este tipo son las siguientes:

1. Se contaría con un inventario nacional de las mejores fuentes semilleras, facilitando el ordenamiento de la producción y utilización de semillas forestales de mejor calidad.
2. - Los usuarios (Viveristas, Encargados de Proyectos, ONGs y el sector privado) se irían familiarizando con los números de las fuentes semilleras de mejor comportamiento en su sitio de plantación, y se facilitaría la obtención de esas mismas fuentes en años posteriores.

¹ Este Trabajo tiene como marco general la charla impartida por el Sr. Francisco Mesén, en el Primer Curso Regional Sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales.

² Jefe del Banco de Semillas Forestales

3. Se contribuiría a alcanzar una mejor zonificación del país, no solo a nivel de especies sino a nivel de fuentes dentro de cada especie, Contribuyendo en el largo plaso a una mayor calidad de las plantaciones forestales en general.

2. Registro nacional de fuentes semilleras

El Registro Nacional de fuentes semilleras es un archivo que mantiene el Banco de Semillas a nivel nacional, donde se indica el número de la fuente, la clasificación (ver sección siguiente), el tipo de rodal (natural o de plantación), la especie, la procedencia, el área y el propietario. Cada fuente semillera cuenta además con el respaldo de un formulario detallado donde se incluye información botánica, silvicultural, climática y geográfica de la fuente (Anexo 1). Una vez que una fuente ingresa al registro, se le asigna un número nacional de fuente semillera, el cual es invariable y única. Se espera que los usuarios se vayan familiarizando con este número, de manera que si la semillas de una fuente en particular presentan buenos resultados en el sitio de plantación, el usuario pueda seguir utilizándola en años sucesivos con solo solicitar el mismo número de fuente. El sistema de numeración de las fuentes es consecutivo, independientemente de la especie, de manera que el lote 23 puede corresponder, por ejemplo, a una procedencia de *Tectona grandis* y el 24 a otra de *Pinus occidentalis*. De esta manera se evitan repeticiones de números que pueden llevar a confusiones y se hace más fácil la obtención de un lote de semillas en particular.

El registro tiene sentido únicamente si logra cobertura a nivel de todo el país, de manera que si dos o más Bancos diferentes que operen en el país colectan semilla de una misma área semillera, todos venderían o usarían la semilla bajo un mismo número nacional. De esta forma, el usuario que desee un lote de semillas en particular podría obtenerlo de diferentes bancos, con la certeza de que se trata de la misma fuente semillera. El registro deberá ser publicado periódicamente para informar a los usuarios acerca de las características y disponibilidad de semillas de las distintas fuente.

Para que una fuente ingrese en el registro nacional, debe satisfacer ciertos requisitos, los cuales se discuten en la siguiente sección.

3. Requisitos para la obtención de un número nacional de fuentes semilleras.

Cuando una organización o el propietario de un rodal solicita la inscripción de una fuente semillera, personal capacitado del Banco de Semillas visita la plantación y la evalúa, para determinar si califica dentro de algunas de las categorías establecidas. Si es así, se procede a completar el formulario de registro y se le asigna un número nacional de fuente semillera.

A continuación se describen las fuentes aceptadas para ingresar al registro nacional:

3.1 Huertos semilleros genéticamente comprobados

Un huerto semillero es una plantación de clones o progenies que han sido seleccionados intensivamente con base en ciertas características de importancia económica, aislada para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y manejada intensivamente para aumentar la producción de semillas y facilitar su recolección (Zobel y Talbert 1984). El huerto semillero genéticamente comprobado es aquel que tiene el respaldo de pruebas de progenies establecidas y evaluadas en los sitios potenciales de plantación, y que ha sido sometido a los aclareos genéticos necesarios para dejar únicamente los clones o individuos que han demostrado su superioridad.

Además, este tipo de fuente semillera deberá cumplir con todos los otros requisitos básicos de un huerto semillero en cuanto a método de selección de árboles, área, diseño, número mínimo de ramets (o individuos), número mínimo de clones (o familias) y distribución de los ramets (o individuos) dentro del huerto.

El aclareo genético es diferente del aclareo silvicultural. El primero consiste en la eliminación de individuos en el huerto utilizando como criterio los resultados de ensayos de progenies.

3.2 Huertos semilleros no comprobados

Este es un huerto similar al anterior, pero no ha sido sometidos a aclareos genéticos, ya sea por la ausencia de ensayos genéticos o por la corta edad de los ensayos. Aunque este huerto no tiene el respaldo de pruebas genéticas, la alta intensidad de selección a que han sido sometidos los padres garantiza una ganancia genética superior a la de otros tipos de fuentes semilleras, tales como los rodales semilleros y las fuentes seleccionadas o identificadas. Por ese motivo está ubicado dentro de una categoría superior.

Un huerto semillero no comprobado puede pasar a la categoría anterior si se llevan a cabo los aclareos genéticos respectivos.

3.3 Rodales semilleros

Los rodales semilleros pueden ser plantados o naturales, aislados o manejados para reducir la contaminación de polen de árboles inferiores y que han sido sometidos a aclareos de mejoramiento para dejar 75-200 árboles por hectárea con características fenotípicas apropiadas (ver sección 3).

El rodal semillero debe tener una base genética suficientemente amplia; plantaciones originadas con semilla de unos pocos árboles deben ser descartadas. También se requiere que al menos un 50% de los árboles del rodal hayan alcanzado el estado de fructificación. El rodal semillero debe tener un área mínima de una hectárea; grupos más pequeños o árboles en hileras no pueden ser considerados como rodales semilleros.

Los rodales semilleros pueden ser desarrollados a partir de:

1. Rodales naturales
2. Plantaciones comerciales

3. Plantaciones piloto, parcelas de validación
4. Algunos tipos de ensayos genéticos, como las pruebas de procedencias.

Una de las diferencias principales a nivel genético entre los rodales semilleros y los huertos semilleros es la intensidad de selección; en los rodales semilleros, los árboles finales han sido seleccionados a una intensidad de 1:10 - 1:20, mientras que en el caso de los huertos, cada árbol ha sido seleccionado entre varios miles de árboles evaluados. Por esta razón, si la selección se ha realizado con base en las mismas características fenotípicas, el huerto siempre producirá mayor ganancia genética que el rodal semillero. Los rodales semilleros no pueden pasar a las categorías anteriores.

3.4 Fuentes seleccionadas

Son fuentes que no cumplen con uno o varios de los requisitos establecidos para los rodales semilleros, principalmente porque presentan problemas de aislamiento, contienen menos de 75 árboles aceptables por hectárea o no han sido sometidos a los aclareos de depuración (contienen más de 200 árboles por hectárea). Aún así, para ser aceptados dentro de esta categoría, deben poseer una base genética amplia, un área mínima de una hectárea y tener una densidad tal que permita obtener un mínimo de 75 árboles por hectárea, con por lo menos un 50% de estos dentro de las categorías de árboles aceptables.

Las áreas que se encuentren en esta categoría por problemas de aislamiento o porque aún no han recibido los aclareos necesarios (pero cumplen con el requisito de número mínimo de árboles aceptables por hectárea), pueden pasar a la categoría de rodal semillero si se llevan a cabo las acciones correspondientes.

3.5 Fuentes identificadas

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

En este grupo se encuentra típicamente:

- Parcelas experimentales representadas por un número limitado de individuos,
- Pequeños bloques de plantación,
- Ensayos genéticos o silviculturales de poca extensión,
- Especies del bosque natural que por su naturaleza o debido a la eliminación de bosques, ocurren a bajas densidades o no alcanzan el número mínimo de árboles aceptables por hectárea.

No hay que olvidar los peligros de una reducción excesiva de la base genética del material. Como requisito mínimo, las recolecciones de semillas deberían realizarse de al menos 20 árboles, desechando aquellas fuentes que no permitan cumplir con esta condición. Es de esperar que para una especie prioritaria, este tipo de fuentes sea reemplazado rápidamente por otras fuentes más avanzadas, que garanticen una mayor calidad genética del material.

5. Conclusiones

Para la creación del Registro Nacional de Fuentes Semilleras y el personal del Banco de Semillas están desarrollando un trabajo de verificación, evaluación y registro de fuentes a nivel nacional. Se espera que este proceso continúe hasta completar una lista de las fuentes mejores del país, las cuales serán incluidas posteriormente en un Registro Regional de Fuentes Semilleras. Esto facilitará la obtención e intercambio de material entre proyectos y países, con la certeza de que todas las fuentes hayan sido inscritas utilizando los mismos criterios y de acuerdo a una clasificación común, ya que este proyecto se está llevando conjuntamente con los países Centroamericanos.

ROL DE LOS PRODUCTORES PRIVADOS Y ENTIDADES OFICIALES EN LA PRODUCCIÓN DE SEMILLAS FORESTALES.

Por: Ing. For. Emilio Ambioris Díaz¹

La utilización de semillas forestales en nuestro país ha sido muy limitada, en el sentido de que en el pasado no se tuvo una visión de conservar áreas naturales o plantaciones con miras a satisfacer la demanda de material de calidad superior. Esto se evidencia en la mala formación que presentan la plantaciones que se han establecido. Esta deficiencia se asocia a que en el pasado no existía un manejo forestal con miras a garantizar la calidad del bosque; solo se enfocaba a un aprovechamiento de la masa forestal existente, sin preocupación mínima en el futuro.

La situación ha cambiado un poco en los últimos años, donde se han realizado algunos esfuerzos por mejorar la calidad de semillas que se distribuye en el país. Aquí se destaca la instalación de un Banco de Semillas Forestales de la DGF. También otras Instituciones, como el Plan Sierra y Enda-Caribe han emprendido algunas acciones en este sentido.

Pese a que se han logrado algunos avances, todavía falta mucho por recorrer. Tanto los productores privados como entidades oficiales deben multiplicar sus esfuerzos para fomentar la producción de semillas forestales de mejor calidad en el país, con el objetivo de cubrir la demanda, tendente a recuperar nuestro patrimonio forestal con material genéticamente superior.

Las entidades oficiales tienen que encargarse de las actividades de capacitación y extensión para involucrar a los productores privados en el proceso de producción de

¹ Proyecto PRODAS, San Juan de la Maguana

germoplasma de calidad dando a conocer a éstos los beneficios que se pueden obtener cuando de tienen un material certificado.

Dichas entidades deben ser precursoras en la regulación en el uso de las reservas de gemoplasma por regiones y/o zonas, mediante el establecimiento de reglas y leyes normativas, formulación de un documento de regionalización y zonificación de semillas de las principales especies forestales de interés en el país.

La regionalización consiste en dividir el territorio nacional en parte relativamente homogénea en factores naturales, las cuales determinan la formación del proceso evolutivo de poblaciones de una composición genotípica determinada.

El sector oficial también debe establecer áreas de experimentación con las diferentes especies forestales en cada zona geográfica y/o regional, tanto en parcelas de productores como en terrenos estatales. En éstas se debe utilizar material de procedencia de diferentes procedencias, para determinar su comportamiento, tales como crecimiento, supervivencia, resistencia a plagas y enfermedades y calidad fenotípica. De esa manera se puede identificar cuáles especies o cuáles procedencias ofrecen los resultados mejores a cada zona; lo cual nos da una idea sobre cuales procedencia debe enfatizar la producción.

Mediante esto, se pretende hacer algunos esquemas de distribución de semillas de las principales especies forestales de una región a otra, los que reflejaría en la calidad y productividad de las plantaciones. A partir de esto, se puede establecer la geografía de la distribución de semillas de cada especie, por zonas.

A las entidades Oficiales les corresponde desempeñar el rol de vanguardia en la organización de Bancos de Semillas, cuyo propósito principal es establecer y satisfacer la demanda de semillas de alta calidad. Dichos Bancos deben incluir el valor selectivo de individuos plantaciones de árboles, división y preservación de la genética forestal y establecimiento de rodales semilleros.