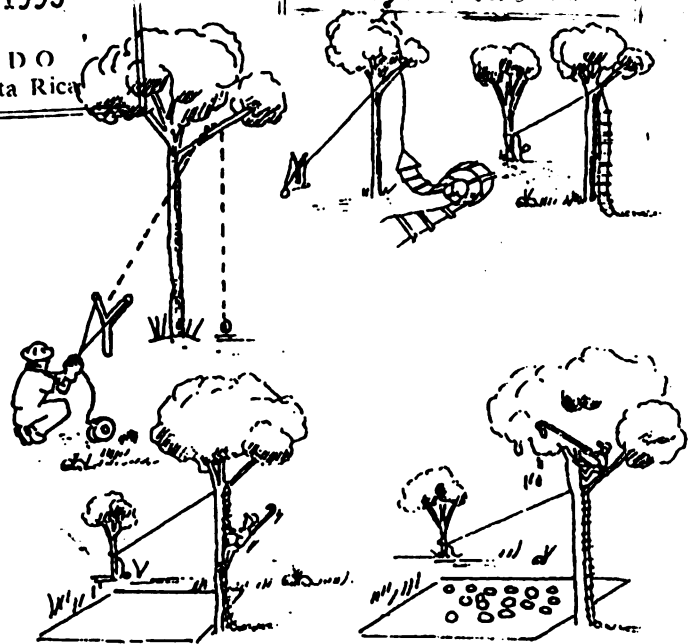
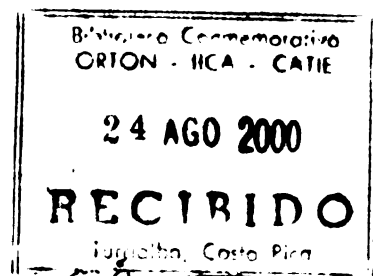


Curso Regional sobre Recolección y Procesamiento de Semillas Forestales



13-21 febrero de 1995
Turrialba, Costa Rica



Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Proyecto de Semillas Forestales



PROSEFOR

CONTENIDO

Biblioteca Comemorativa
Orton - IICA - CATIE

27 FEB 1995

RECIBIDO
Turrialba, Costa Rica

- Presentación
Enrique Trujillo, Coordinador curso
- Problemática actual del abastecimiento de semillas forestales
Rodolfo Salazar, Líder del PROSEFOR
- Proyecto de investigación: Estudio preliminar de la biología reproductiva de cinco especies forestales nativas de la región huetar norte de Costa Rica.
Elizabeth Arnáez, Ileana Moreira. Instituto Tecnológico de Costa Rica.
- Recolección de semillas forestales.
Lambert Smart. Centro de Semillas y Mejoramiento Genético de Nicaragua
- Procesamiento de semillas forestales: Marco conceptual
Enrique Trujillo, BLSF - PROSEFOR
- Producción y rendimientos de frutos y semillas, por árbol y por área. Ejemplos en especies típicas: *Eucalyptus spp.*, *Tectona grandis*, *Gmelina arborea*, *Pinus sp.*, *Bombacopsis quinata*.
Luis Fernando Jara, Asistente Técnico PROSEFOR
- Procesamiento de frutos y/o semillas de *Pinus sp.*
Angel Bárcenas. ESNACIFOR-Honduras
- Procesamiento de *Tectona grandis*.
Alexis Ramírez, BLSF - PROSEFOR
- Procesamiento de frutos y semillas de *Bombacopsis quinata*, *Gmelina arborea* y *Eucalyptus spp.*
Mario Alvarez, BLSF - PROSEFOR
- Almacenamiento y manejo del contenido de humedad en semillas forestales tropicales: principios y procedimientos.
Freddy Rojas, Profesor Instituto Tecnológico de Costa Rica
- Generalidades sobre el almacenamiento de especies recalcitrantes y resultados preliminares en almacenamiento con especies nativas en Costa Rica.
Eva Müller. GTZ-COSEFORMA

- Algunos reportes sobre almacenamiento de semillas forestales
Enrique Trujillo, BLSF - PROSEFOR
- Metodología y resultados de ensayos de almacenamiento en Colombia.
Luis Fernando Jara, Asistente Técnico PROSEFOR
- Fisiología de la germinación y tratamientos pregerminativos
Enrique Trujillo, BLSF - PROSEFOR
- Tratamientos pregerminativos
Marta Padilla M., Centro de Semillas y Mejoramiento Genético, Nicaragua
- Implementación de registros nacionales de fuentes semilleras
Francisco Mesén, Genetista Forestal, PROSEFOR

PRESENTACION

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, pretende 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, PROSEFOR 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 semillera.

El "CURSO REGIONAL 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 de los Bancos de Semillas nacionales, así como a personal de empresas privadas, u organizaciones no gubernamentales estrechamente relacionados con la producción y procesamiento de semillas forestales, quienes en un futuro serán instructores en cursos nacionales, que conformarán una segunda fase de capacitación.

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 en los futuros planes de capacitación nacional.

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

// Problemática actual del abastecimiento de semillas forestales

Rodolfo Salazar

Introducción

El proceso de destrucción acelerado de la cobertura forestal y el incremento del consumo de productos forestales, provocado por el crecimiento de la población en los países de la región centroamericana, han llevado al sector profesional y administrativo a analizar a fondo la magnitud del problema y a plantear alternativas para reducir los niveles de destrucción de los recursos naturales y a ejecutar acciones que permitan satisfacer la demanda creciente de los beneficios directos e indirectos del bosque.

Lógicamente, una de las alternativas es el cultivo de especies forestales. Por las características propias de las especies arbóreas, la diversidad de condiciones climáticas donde puedan ser cultivadas, el gran número de especies potenciales existentes y la misma diversidad de productos que demanda la población, son aspectos que complican el desarrollo rápido de técnicas apropiadas como muchos desearíamos. No obstante, en los últimos 15 años, gracias a las investigaciones que han sido seriamente planificadas y ejecutadas por CATIE y las instituciones responsables del sector forestal en los distintos países de América Central, ha sido posible crear las bases para que estos países hayan iniciado ya programas de reforestación.

De manera muy general es posible indicar que en los 7 países de América Central y República Dominicana al menos 20 especies entre nativas e introducidas están siendo plantadas con más frecuencia y aproximadamente otras 15 especies, principalmente nativas son plantadas en menor escala. Con estas especies se puede estimar que en la región son reforestadas anualmente aproximadamente 30 000 ha.

Abastecimiento de semillas

Los resultados positivos que muestran la mayoría de las plantaciones piloto que han sido establecidas en la región, están despertando el interés de los distintos sectores por involucrarse en el cultivo de árboles; este proceso está siendo apoyado por los gobiernos por medio del suministro de incentivos para la reforestación. Un ejemplo claro de esta tendencia de aumento de la reforestación son las estimaciones de demanda nacional de semillas para 1995 que se han

detectado en varios países, donde Guatemala¹ requerirá aproximadamente 12 toneladas de semillas de 12 especies; El Salvador¹ espera tener un consumo de 6 toneladas de semillas de 7 especies y Costa Rica² espera consumir aproximadamente 37 toneladas de semillas principalmente de 10 especies.

Conociendo la situación de producción de semillas forestales en estos países, las cantidades de semillas requeridas para satisfacer esta demanda en 1995 son demasiado altas y no será posible cubrirlas con el poco material de buena calidad genética disponible.

Claramente está definido que un porcentaje alto del éxito de una plantación forestal es determinado por la calidad genética del material reproductivo que se utilice; el otro porcentaje se debe a las condiciones del sitio, al mantenimiento y manejo técnico que se le dé a la plantación. Además, quien invierte en el cultivo de árboles espera tener los mayores beneficios económicos posibles; para lograr el éxito esperado deberá entonces poner la debida atención a la calidad genética de las semillas que utilice para establecer la plantación y al medio donde la establezca y cómo la maneje.

Dado que en la región la actividad forestal es relativamente nueva, en la mayoría de los países todavía no han sido establecidos los mecanismos que permitan controlar la calidad genética de las semillas que son utilizadas en los programas de desarrollo forestal; también son muy pocos los que están en condiciones de suministrar al comprador la información sobre la calidad física de las semillas. Esta situación se complica más por la falta de registros nacionales de las fuentes semilleras, lo que tampoco permite entregar al comprador la información indispensable de las características de la fuente semillera y las condiciones de clima del sitio de producción.

En la actualidad y posiblemente por la falta de experiencia tanto en el sector técnico como productor, para cubrir dicha demanda simplemente se recurre a cosechar semillas de las plantaciones más accesibles; sin importar su base genética, su origen, o si el mismo ha sido técnicamente manejado para producir semillas de mejor calidad genética; lo que importa es contar con la cantidad de semillas para producir las plántulas que exigen los programas de reforestación. Lógicamente el impacto negativo de este procedimiento equivocado se notará a corto o mediano plazo, cuando la plantación muestre crecimientos y forma indeseables.

Otra vía para obtener las semillas es a través de la compra dentro o fuera de la región; es usual que este material no haya sido previamente probado y que sea cosechado también de rodales no aptos para la producción de semillas de buena calidad genética, lo que también provocará resultados negativos. Este problema se complica aún más por la existencia en algunos de los países, de mercados paralelos que se dedican a cubrir parte de la demanda, sin que dé

¹ Informes de reuniones con productores y consumidores nacionales.
LJara

² Información suministrada por Banco de Semillas de Santa Ana,
Costa Rica.

ningún tipo de control por parte del gobierno, del origen y la calidad física y genética de dicho material.

Los resultados en la región de esta falta de control de la calidad de las semillas que se han venido utilizando, ya es muy evidente; un porcentaje alto de las plantaciones muestran un comportamiento muy irregular y baja producción. Es claro que de esta manera no será posible fortalecer el desarrollo del sector forestal de los países.

El campo de la genética forestal todavía no ocupa un lugar de importancia en la mayoría de los centros nacionales de investigación, ni en los programas de investigación de las entes gubernamentales responsables del sector forestal; son relativamente pocas las investigaciones que en este campo realizan algunas entidades internacionales, además de que no se fomenta el consumo de semillas de mejor calidad genética, ni se promociona adecuadamente los pocos resultados que se logran a través de la investigación.

Las especies nativas que enfrentan el grave problema de la erosión genética son muy poco investigadas y su uso muy poco promocionado; muchas especies valiosas están en peligro de extinción.

Este problema se complica aún más porque la mayoría de los bancos de semillas nacionales no reciben el respaldo adecuado del sector gobierno. La falta de recursos no les permite a los bancos contar con el personal necesario, ni con los equipos adecuados y recursos operativos para seleccionar y manejar técnicamente las áreas semilleras ni cosechar, procesar, almacenar y distribuir las semillas según las normas internacionales. En la mayoría de los países, los propietarios de las fuentes semilleras no reciben ningún beneficio económico por las semillas que producen, tradicionalmente los bancos solicitan permiso de cosecha y simplemente dan las gracias por el producto; esta actitud debe cambiar porque las semillas son otro producto del bosque y deben ser remuneradas. Algunos bancos en la región por esa falta de apoyo enfrentan fuertes problemas operacionales. Además se carece de un programa de concientización y capacitación sobre la importancia y la urgencia de utilizar semillas mejoradas, sobre las técnicas de establecer y manejar fuentes semilleras y sobre el manejo técnico de las semillas. Uno de los objetivos de PROSEFOR es contribuir al fortalecimiento de los bancos de semillas nacionales para que puedan cumplir con su importante función.

Alternativas de producción de semillas

Ante esta realidad que vive el sector forestal de la región, con respecto a la falta de abastecimiento de semillas de mejor calidad genética, hay dos opciones; una a corto plazo y otra a mediano o largo plazo.

A través del proceso de identificación, selección y manejo técnico de fuentes semilleras, será factible que en un período de dos a tres años cada uno de los países pueda empezar a producir semillas con mejor calidad genética que la utilizada actualmente. Uno de los problemas

que puede darse es que a nivel nacional no hayan suficientes plantaciones de calidad para convertirlas en plantaciones semilleras.

Es en este campo, donde el Proyecto de Semillas Forestales, desde 1994 inició a través de la capacitación y la asistencia técnica el proceso de identificación y selección de fuentes semilleras en los siete países. Los resultados a la fecha son satisfactorios ya que se han logrado identificar más de 100 rodales y ya algunos han sido seleccionados y están siendo sometidos a manejo técnico.

Este proceso debe continuar de manera dinámica para garantizar que a corto plazo sea factible suplir la demanda de semillas, por lo menos para algunas de las especies prioritarias.

La segunda alternativa a largo plazo permitirá a través del mejoramiento genético forestal, producir semillas genéticamente certificadas. Este proceso se inicia con las pruebas de procedencias y continúa con la selección de árboles superiores los cuales deberán ser comprobados a través de las pruebas de progenies para llegar a seleccionar aquellos que genéticamente sean superiores, con las cuales se deberán establecer los huertos semilleros.

Es importante entender que este material es seleccionado para condiciones de clima y suelo específicos y por tanto no pueden ser utilizados sin control.

En este campo el CATIE ha venido realizando importantes aportes para 15 especies potenciales, para las cuales ya se cuenta con resultados a nivel de pruebas de progenie y se ha iniciado el establecimiento de huertos semilleros. Aportes similares está realizando el Proyecto CONSEFORH/ODA/ESNACIFOR en Honduras y el CMG y BSF/Danida en Nicaragua donde también se ha iniciado el establecimiento de huertos semilleros con varias especies introducidas, nativas de gran potencial.

PROYECTO DE INVESTIGACION: ESTUDIO PRELIMINAR DE LA BIOLOGIA REPRODUCTIVA DE CINCO ESPECIES FORESTALES NATIVAS DE LA REGION HUETAR NORTE DE COSTA RICA.

*Licda. Elizabeth Arnáez y **

*Licda. Ileana Moreira **

INTRODUCCION

La fenología estudia los eventos biológicos periódicos y su relación con los cambios climáticos estacionales, éstos estudios son esenciales para la comprensión ecológica y evolutiva del bosque tropical. 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 conozca sobre las interacciones planta animal, polinizadores, dispersión, depredación, etc.), educativo 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 éstas 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.

OBJETIVO

Conocer algunos aspectos sobre la fenología de cinco especies forestales nativas de la Región Huetar Norte

* Instituto Tecnológico de Costa Rica, Departamento de Biología

METODOLOGIA

De enero a abril de 1993 se hicieron visitas de inspección por la Región Huetar Norte, tomando como referencia el mapa sobre sobre zonas bioclimáticas de la Región. Dicho mapa fue elaborado por un grupo interdisciplinario e interinstitucional de profesionales, el cual contempla aspectos como clima y suelo.

Para una mejor distribución del trabajo, se eligieron 4 zonas bioclimáticas, las cuales son las que abarcan una mayor región, a saber:

Suelo	Clima
inceptisol	muy húmedo
inceptisol	húmedo
ultisol	muy húmedo
ultisol	húmedo

En cada una de las zonas se marcaron 10 árboles de las siguientes especies:

Hieronyma oblonga (pilón)

Stryphnodendrom microestachyum (vainillo)

Vochysia guatemalensis (cebo, chancho)

Vochysia ferruginea (botarrama)

Zanthoxylum mayanum (lagarto)

Se seleccionaron un total de 200 árboles, a los cuales se les ha estado dando seguimiento fenológico desde mayo de 1993, sin embargo, por la importancia que tiene para los planes de reforestación la especie *Dyterix panamensis* (almendro), se incluyó en este estudio a partir de octubre de 1993, alcanzando un total de 230 árboles para el estudio fenológico.

Se establecieron 4 rutas, cada una de ellas es visitada mensualmente, para zonas bioclimáticas fenológicas de los árboles marcados. Por lo que para hacer planeamientos de colecta de semillas y manejo de la especie, hay que conocer algunos aspectos de su

comportamiento y su relación con las condiciones climáticas. Por tal motivo, mensualmente se obtiene información de las principales características climáticas, entre ellas: precipitación temperatura, humedad realtiva y brillo solar. Estos datos se toman de las Estaciones Metereológicas más cercanas a cada una de las zonas bioclimáticas; la información es brindada por el Instituto Metereológico y el ICE.

Los datos fenológicos se tabulan de acuerdo con el siguiente cuadro para cada uno de los árboles:

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

Según la metodología del Dr. Luis Fournier O. se da el siguiente valor para datos fenológicos según abundancia en el árbol:

0: ausencia del fenómeno

1: 1 -25 %

2: 26-50 %

3: 51-75 %

4: 76-100 %

RESULTADOS

Con la información obtenida se determinó el valor fenológico por observación, o sea el promedio del valor de los individuos seleccionados de cada especie, a los que se les hizo un dendrofenograma. Se hizo una correlación del comportamiento de las especies con los parámetros climáticos, en esas correlaciones se usó una Regresión Lineal Múltiple. En las figuras adjuntas se observa el comportamiento de una de las especies, en dos zonas bioclimáticas diferentes (inseptisol muy húmedo y ultisol muy húmedo). Se notan leves diferencias en cuanto a los comportamientos fenológicos dependiendo del sitio y de las condiciones climáticas.

CONCLUSIONES

Comparando ambas zonas se puede concluir preliminarmente que existe poca diferencia entre las épocas de expresión de las fenofases, generalmente sufren un adelanto o atraso pero muy leve. Sin embargo sí hay diferencia en el número de frutos producidos en cada una de las zonas, estos datos son útiles ya que dan una aproximación del comportamiento de las especies y permite realizar programaciones para la colecta del material en cada sitio. Se nota además que dentro del mismo árbol hay tanto frutos verdes como maduros, así como pérdida de flores, lo que limitan la cosecha y los planes de colecta.

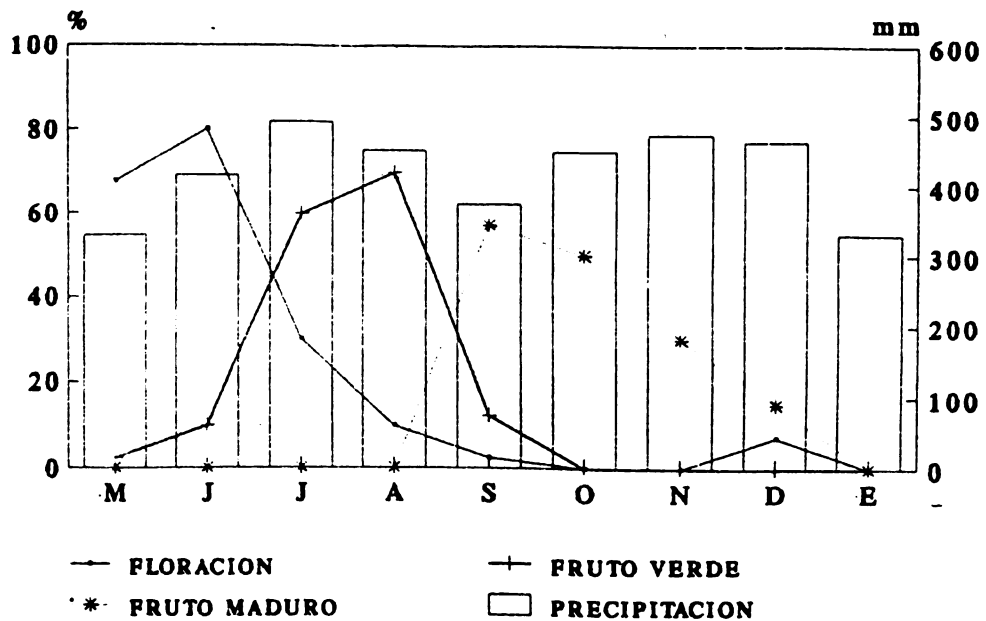


Fig . Datos fenológicos preliminares de botarrama. (Ultisol muy húmedo).

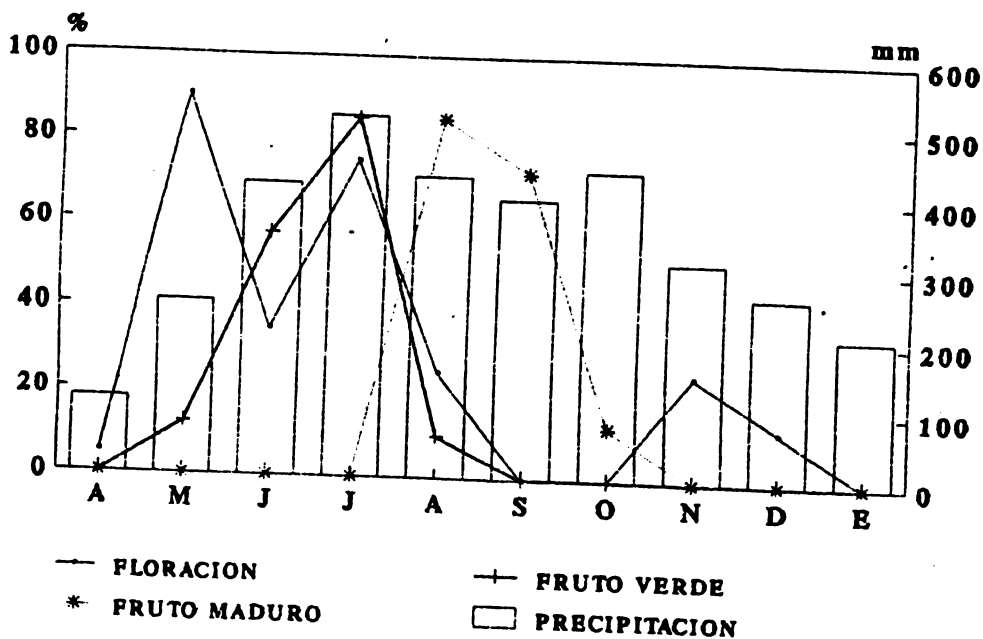


Fig . Datos fenológicos preliminares de botarrama. (Inceptisol muy húmedo).

RECOLECCION DE SEMILLAS FORESTALES

*Lambert Smart W. **

INTRODUCCION

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

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

Por las diferentes características físicas de las especies de árboles, resulta difícil y hasta peligroso realizar una recolección sin técnicas, ya que frecuentemente los árboles se encuentran dispersos, sus cosechas son variables y normalmente son árboles de mucha altura.

DESCRIPCION DE RECOLECCION

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

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

ACCESO DESDE EL INTERIOR DE LA COPA:

Si la copa del árbol permite el fácil movimiento del recolector, a través de las ramas y los frutos son accesibles. Ej. Pino. El recolector podrá subir al árbol y llegar hasta ellos.

* Centro de Semillas y Mejoramiento Genético de Nicaragua

TIPIFICACION DE ALGUNAS ESPECIES A RECOLECTAR:

- a) *Swietenia* sp.
- b) *Eucalyptus* sp.
- c) *Azadirachta indica*
- d) *Leucaena* sp.
- e) *Cordia alliodora*
- f) *Bobacopsis quinata*
- g) *Pinus* sp.
- h) *Enterolobium cyclocarpum*

Descripción de cada una de las especies antes mencionadas.

a) *Swietenia* sp.

Arbol mediano o grande que puede alcanzar 45 mts. de altura y diámetros de 8 cm hasta 35 cms, fuste recto libre de ramas de buena proporción, bastante cilindrico con pequeños aletones; corteza aspera con escama, planas separadas por grietas profundas de color castaño.

b) *Eucalyptus* sp.

Arboles que pueden alcanzar grandes dimensiones de 30-60 mts de altura y más de 1 m de diámetro. Su fuste es recto, libre de ramas hasta las dos terceras partes de la altura total del árbol, la copa es amplia, rala cuando crece en sitios abiertos; o estrecha y comprimida en plantaciones densas.

La corteza es blanca gris y generalmente lisa. Las hojas son alternas y horizontales colgantes, sus flores son de color blanco y crecen en grupos; el fruto o cápsula es de forma cónica, con gran cantidad de semillas muy pequeñas.

c) *Azadirachta indica*

Es una especie de rápido crecimiento, por lo general siempre verde, que puede alcanzar de 10-15 mts de altura y más de 50 cms. de diámetro en plantaciones. El tronco es normalmente recto, de corte gris; la copa es redonda y densa, con ramas

abundantes, desarrolla gran cantidad de raíces y su raíz pivotante es profunda. Las hojas están agrupadas en las extremidades de las ramas, están compuestas por 9 a 17 folíolos alargados con los bordes dentados. Las flores son pequeñas, blancas y fragantes, producidas en racimos; los frutos son pequeños (13 a 20 cms de largo), color verde brillante, cuando jóvenes y amarillos cuando maduran, tienen forma oblonga y una semilla de hueso duro.

d) *Leucaena* sp.

La leucaena es una especie de crecimiento rápido y de uso múltiple, cuyo árbol es comúnmente pequeño, raras veces grande. Alcanza alturas comprendidas entre 5 a 20m. Presenta diámetros entre 12 a 40 cm, corteza externa lisa a ligeramente fisurada de color gris parduzco con abundantes lenticelas longitudinales suberizadas. Hojas compuestas, bipinadas, alternas de 9 a 25 cm de largo, inflorescencias en cabezuelas blancas y redondeadas, suavemente perfumadas. Frutos con vainas aplanadas dehiscentes de 10 a 20 cm de largo.

e) *Cordia alliodora*

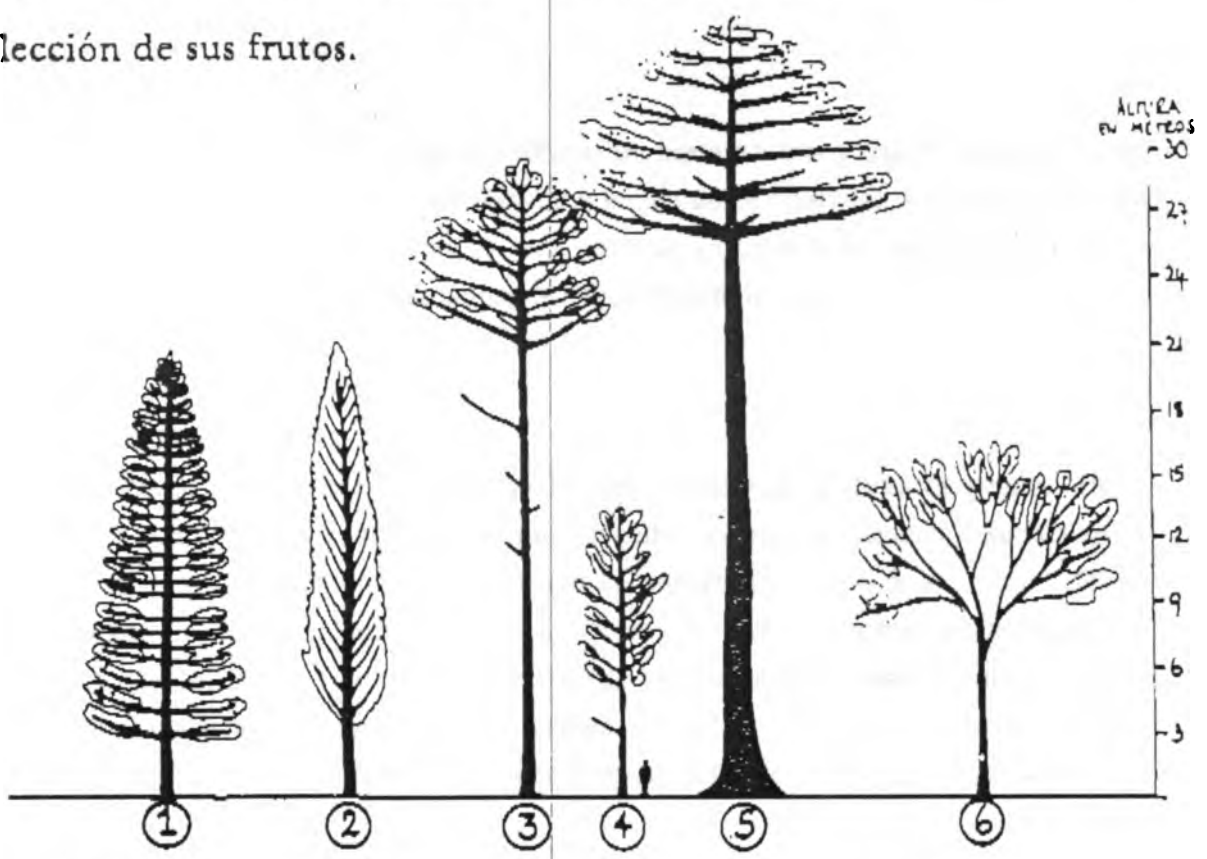
Árbol que alcanza una altura promedio a los 25 mts de altura y un diámetro de hasta 50-60 cm, corteza finamente fisurada grisácea o café oscuro. Hojas simples, alternas, oblongas o elípticas de 7 a 15 cm de largo, eventualmente mayores de 25 cm y con 4 a 6 cm de ancho. Inflorescencia de panículas terminales grandes de 10 a 30 cm de ancho con flores blancas, numerosas, fragantes y melíferas. Frutos en drupas secas ovoides conteniendo una sola semilla de 4 a 5 mm de largo.

f) *Bombacopsis quinata*

Árbol que puede alcanzar hasta 30-35 mts de altura y 1-2 mts de diámetro. Fustes con gambas grandes, corteza color grisáceo gruesa con muchos agujijones; hojas compuestas, digitadas, flores grandes color blanco rosadas; frutos en cápsula de 4 a 10 cm de largo y 2.5 cm de ancho; semillas envueltas en pelos lanosos parduzcos.

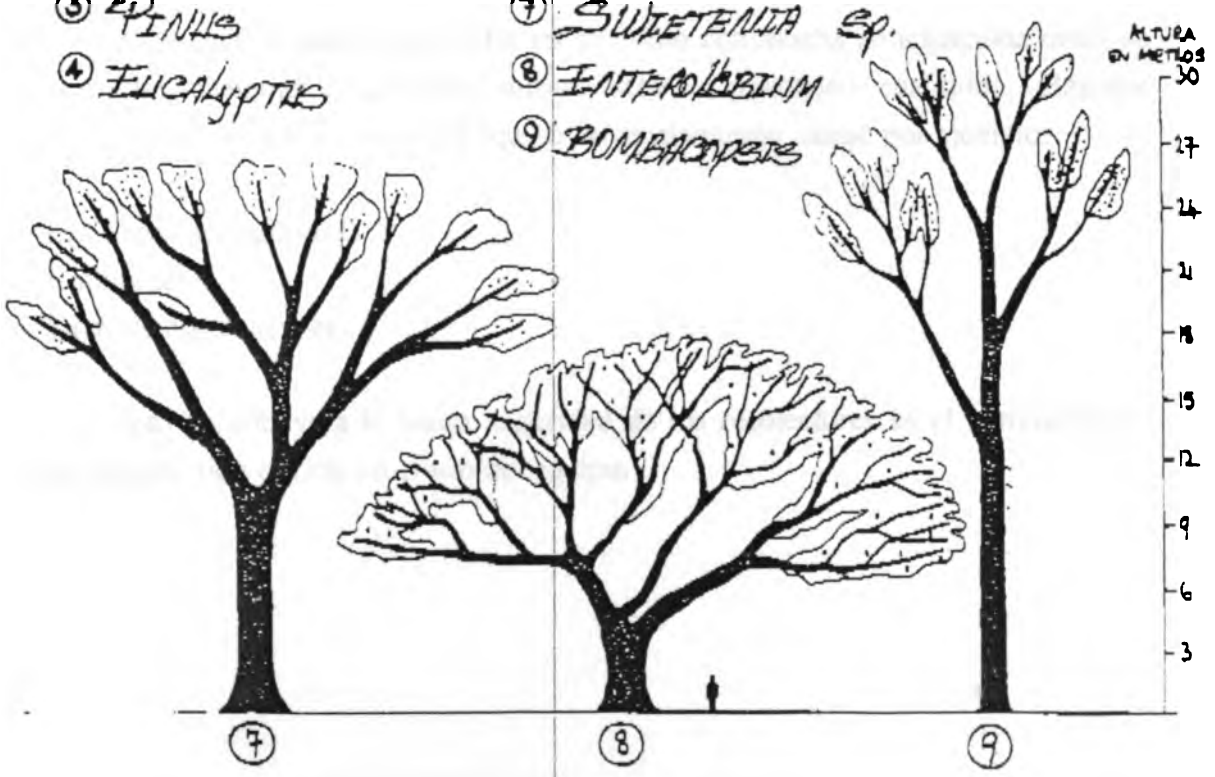
Varios tipos de árboles que requieren diferentes técnicas de recolección de sus frutos.

de recolección de sus frutos.



- ① PINUS
- ② CIPRESIS
- ③ PINUS
- ④ EUCALYPTUS

- ⑤ TERMINALIA SUPERBA
- ⑥ AZADIRACHTA INDICA
- ⑦ SWIETENIA Sp.
- ⑧ ENTEROLABIUM
- ⑨ BOMBACOPSIS



g) *Pinus* sp.

Arboles de tronco cilíndrico, alcanzan alturas de hasta 45 mts y diámetros de 25 a 95 cm. Corteza externa agrietada longitudinal y hondamente fisurada, descascarándose en plaquetas gruesas. Generalmente 3 a 5 acículas por fascícula dependiendo de la especie. Los conos son ovoides, pequeños, fuertemente leñosos.

h) *Enterolobium cyclocarpum*

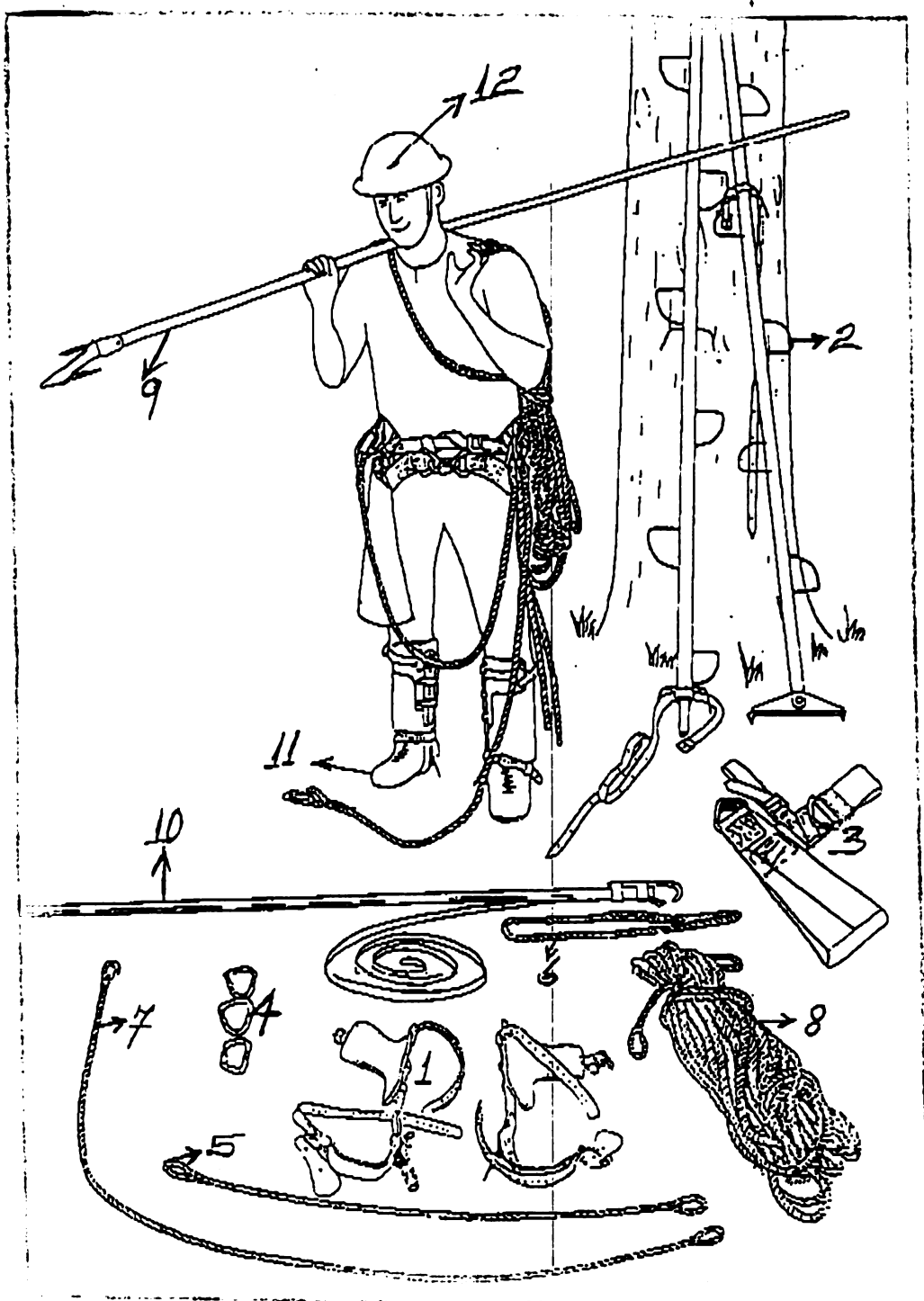
Arbol hasta de 30 m de altura y más de 1m de diámetro a la altura de pecho. Fuste cilíndrico con pequeñas gambas, copa muy grande, corteza ligeramente fisurada color gris claro o parduzco con lenticelas elípticas suberizadas de 0.5 a 1 cm. Hojas compuestas, bipinadas, alternas con 5 a 15 pares de piñas o cabezuelas auxiliares con flores pequeñas, sésiles color blancuzco a verde claro con numerosos estambres, frutos en vainas enroscadas, leñosas, indehiscentes de color café claro a oscuro cuando maduras, asemejándose a la forma de una oreja humana y contenido 10 a 15 semillas ovoides y aplanadas.

IMPORTANCIA DE USO DE EQUIPOS:

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 especial cuidado con la revisión del equipo de escalamiento, como por ejemplo:

- Las líneas de seguridad
- Cinturones
- Fajas de espolones, etc.

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



LISTA DE EQUIPOS

- | | |
|---|--|
| 1. Un par de espolones | 7. Un lazo extra de 3 mts |
| 2. Un set de escaleras de tubo | 8. Un mecate, línea de central de 30 mts. |
| 3. Un cinturón de seguridad | 9. Una vara recolectora de 3-4 mts. |
| 4. Cinco carabinas | 10. Una vara con gancho de 1.5 - 3 mts, largo con faja |
| 5. Dos lazos cortos de 2-3 mts c/u de nylon 10-12 | 11. Un para de botas con tacones y protector de hierro |
| 6. Tres lazos circulares | 12. Un casco protector |

METODOLOGIA 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 esté bien preparado. Hay que usar buen equipo con un sistema adecuado de seguridad.

La organización tiene que ser bien disciplinada y los recolectores deben ser personas jóvenes, hábiles y que hayan recibido un buen entrenamiento.

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

Este estudio indicativo debe considerarse de carácter exploratorio y los resultados presentados en este documento son preliminares y de avance, ya que sólo se cuenta con información de un sólo año. El proyecto pretende por lo menos continuar el muestreo de los árboles por tres años más y de esta forma obtener información más confiable y determinar las fluctuaciones anuales.

II.- OBJETIVO GENERAL

Determinar la producción de frutos y semillas y los rendimientos de los procesos de recolección y procesamiento de especies forestales tropicales prioritarias de América Central.

III.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar la producción de semillas y los rendimientos de la recolección y del procesamiento de frutos y semillas de cinco especies forestales de fuentes semilleras en El Salvador y Costa Rica.

Establecer las relaciones entre fruto húmedo y semilla seca y limpia después del procesamiento para cinco especies forestales en El Salvador y Costa Rica

Analizar la calidad física de la semilla de cinco fuentes semilleras en El Salvador y Costa Rica.

IV.- METODOLOGIA DE TRABAJO

1.- Selección de especies

Las cinco especies escogidas están dentro de una lista de 30 prioritarias seleccionadas bajo el criterio de mayor demanda de semillas en América Central. Los nombres de las especies y los sitios de procedencia se describen en el Cuadro 1.

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	Planta-ción	Planta-ción	Planta-ción	Planta-ción	Planta-ción	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 promedia 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
			N-S (m)	E-W (m)			
No.	(cm)	(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 semilla s	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, sólo 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 6 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 solamente 5.0 kg/h/d de frutos que produjeron 0.24 kg de semilla seca y limpia. En otras palabras, se requiere de un poco más de cuatro jornales para obtener un kg de semilla de Jaúl.

El caso de la Caoba, por su tamaño y facilidad de recolección rinde aparentemente más; se obtuvo casi 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)
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 si 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 especies 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 kg	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 (%)	Pure za (%)	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 (%)	Pure za (%)	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 (%)	Pure za (%)	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.

Espece	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 imprevistos.

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. Supplement. 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-O (m)				
1	3	27.1	20.2	8.9	7.5	58.2	1.20	2	7.0
2	1	25.4	28.0	5.3	8.8	40.1	0.70	2	4.5
3	2	31.1	26.9	10.0	5.9	36.6	0.70	2	7.0
Promedio	2	28.1	23.7	8.7	7.2	45.0	0.87	2	6.5

ANEXO 5

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

Día	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	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-0 (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

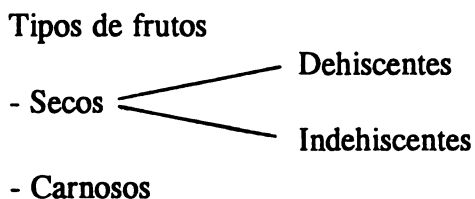
La calidad final de la semilla forestal es también una resultante del proceso de recolección y beneficio. Características como la pérdida de viabilidad, alto porcentaje de impurezas, presencia de enfermedades o ataques de plagas, homogeneidad del material, son en alto grado una consecuencia del procesamiento.

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.

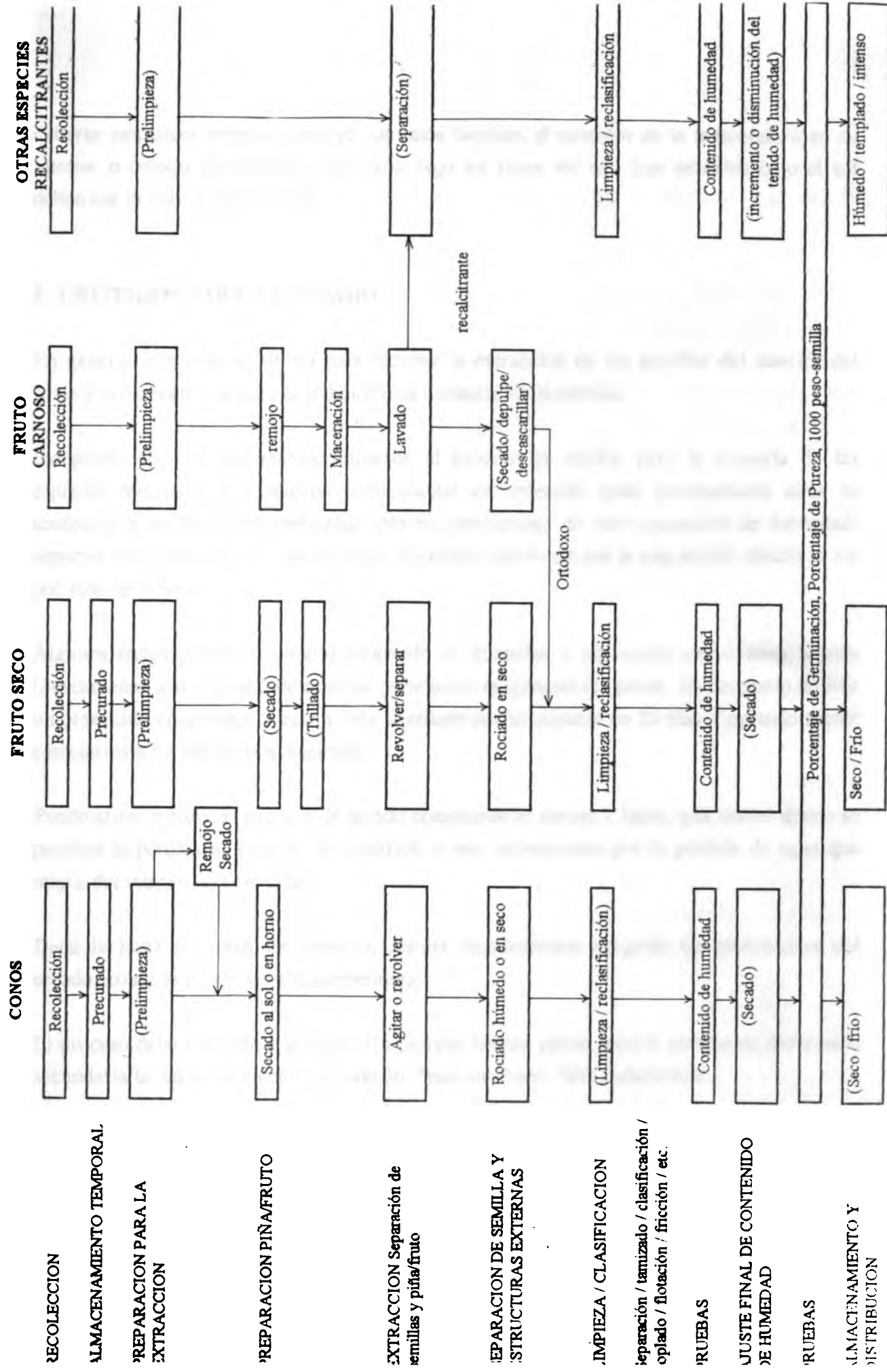
Una vez llegan los frutos a los sitios de proceso, deben ser ubicados bajo condiciones de buena ventilación y aislados de posibles fuentes de contaminación y otros agentes externos, como cambios bruscos de las condiciones medioambientales.

4. PRELIMPIEZA

Las condiciones de campo no facilitan el adecuado manejo de la semilla y ocasionalmente se hace necesario empacar 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

Secuencia General del Procesamiento



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 las 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, críbas, 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 críbas 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 *E. calophylla*, *E. ficifolia*

Media: 96-120 horas/secado *E. citrodora*, *E. maculata*

Rápida: 24-48 horas/secado *E. tecticornis*, *E. deglupta*
E. globulus

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 odorata*, *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 ferruginea*, *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 término aproximado de 24-48 horas, posteriormente se maceran de preferencia colocándolos 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.

Cribas

En el procesamiento de la semilla las cribas 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.

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.

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 zanjas 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.**

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 más 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.

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, agujijones 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, romas 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 preseca 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.

- El secado se efectúa en zarandas (cribas), o sobre un patio de secado, esto en las horas de menor intensidad solar.
- Se debe recordar que en este proceso de secado se deben hacer monitoreos para el control del contenido de humedad, aunque el contenido de humedad ideal de muchas especies tropicales, permanece desconocido, se puede afirmar, que un rango de CH del 6 al 8 % es adecuado, excepto para especies con semillas recalcitrantes.
- Es importante mantener la identificación de cada recipiente que contenga semillas, para evitar la pérdida de identidad y la confusión de los lotes que se estén procesando.
- Los endocarpos, empacados en bolsas y dentro de recipientes metálicos bien cerrados, o galones plásticos pueden ser almacenados hasta por dos años a temperatura de 3 a 5 °C, con un contenido de humedad de 6 a 8 %.
- La capacidad germinativa de la semilla recién recolectada es alta, pero disminuye cuando envejece.

Nombre científico: *Eucalyptus spp.*

Nombre vulgar: Eucalypto

Familia: Myrtaceae

De este género se han introducido varias especies, en Centroamérica, y se han plantado desde los cero metros hasta los 2.680 m. La mayor experiencia es en *Eucalyptus deglupta* y *Eucalyptus globulus*. La primera es una especie tropical con una distribución discontinua desde Mindanao en Filipinas hasta Nueva Bretaña en Papua Nueva Guinea, con precipitación media anual de 2500 a 3500 mm. La segunda es nativa del este de Tasmania, con climas templados, precipitaciones entre 800 y 1500 mm bien distribuidas. Sin embargo la sequía limita su uso, se ha plantado con éxito hasta los 3000 m.

Este género es sumamente importante para el establecimiento de bosques artificiales en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, a causa de su rápido crecimiento, numerosas aplicaciones y plasticidad en cuanto a clima y suelo.

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.

- 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.

DIARIO LOTE SEMILLA

Especie: _____, Procedencia: _____, N° Fuente semillera _____
N° Lote _____/_____

Para cada proceso: Fecha, métodos, tiempo y cantidades ocupados (materiales y dinero)
situación de la cosecha, observaciones de la persona encargada.

Evaluación de cosecha: _____

Recolección de semillas: _____

Almacenamiento temporal en el campo: _____

Transporte: _____

Secado: _____

Extracción: _____

Limpieza: _____

CH: _____%, Peso: _____ Fecha: _____ Firma: _____

Otras notas: _____

Fecha: _____ Firma: _____

Otras observaciones al dorso de la hoja

ALMACENAMIENTO Y MANEJO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SEMILLAS FORESTALES TROPICALES:

Principios y procedimientos

*M.Sc. Freddy Rojas R. **

RESUMEN

La presente contribución revisa los aspectos más relevantes relacionados con el almacenamiento y manejo de semillas forestales tropicales, destacando que el almacenamiento es una estrategia fundamental para la conservación de semillas forestales, sobre la que aún no está claramente establecido el paquete tecnológico para muchas especies forestales valiosas

Se señalan al empirismo, la falta de planificación en los trabajos de reforestación y a la poca atención al usuario por parte de los Bancos de Semillas como los responsables directos del mal manejo de las semillas.

Adicionalmente se revisan los avances y el estado actual de los conocimientos en almacenamiento de semillas forestales, destacando el amplio camino por recorrer en el almacenamiento principalmente de especies tropicales con características de recalcitrantes.

* Profesor Asociado del Departamento de Ingeniería Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica. Apdo. 159 Cartago Costa Rica.

INTRODUCCION

Las semillas forestales fueron en el pasado la alternativa más explorada para la consecución del germoplasma deseado para los programas de reforestación.

Hoy día, mediante la incursión en la genética forestal, se han logrado algunas estrategias bastante interesantes para asegurar material de calidad para lograr plantaciones forestales de calidad.

No obstante, las semillas forestales continuarán siendo en el futuro una (y en algunos casos la única) muy importante vía para asegurar el material a propagar.

Uno de los principales problemas de la semilla como fuente de germoplasma es que no siempre están disponibles precisamente en la cantidad, calidad y momento necesario.

Ante esta limitante se han ideado estrategias de almacenamiento; sin embargo, hasta la fecha, el estado del conocimiento no ha permitido asegurar una técnica de almacenamiento adecuada para cualquier especie forestal, pero sobre todo para ciertas especies forestales tropicales valiosas.

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 futuro, así como de aquellas que se encuentran amenazadas o en peligro de extinción (Niembro, 1990).

El propósito fundamental del almacenamiento consiste en asegurar la disponibilidad de semillas forestales viables en el momento que lo demanden los programas de regeneración (Bonner *et al*, 1994).

La principal amenaza del almacenamiento de semillas forestales es el riesgo de deterioro que esta estrategia conlleva (Araujo y Bergeman, 1993), por lo que un almacenamiento exitoso sólo es posible si es adecuadamente planeado y para planearlo es necesario comprender claramente los objetivos del almacenamiento, las razones por las que las semillas se deterioran y los efectos de las condiciones ambientales del almacenamiento sobre los procesos de deterioro (Bonner *et al*, 1994).

PRINCIPIOS FUNDAMENTALES DEL ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES TROPICALES

Antes de proceder a analizar estrategias de almacenamiento y conservación de semillas forestales, y particularmente en nuestra región, es importante recordar algunos principios fundamentales que deben considerarse como previos al almacenamiento.

* La semilla forestal es un ser vivo

Ante todo debe tenerse presente que la semilla forestal es un ser vivo que nace (embriogénesis), se desarrolla (ontogénesis), pero sobre todo que se deteriora y muere. Por lo tanto, las técnicas de conservación no pretenden aumentar calidad genética, aumentar porcentajes de germinación ni resucitar germoplasma. Existe un período de vida máximo de conservación, luego del cual ese ser vivo (semilla) morirá.

* Las semillas forestales se deterioran

Desde el mismo momento en que la semilla forestal madura, se dispersa y recolecta, se inicia el deterioro y esto depende del manejo dado, influyendo las técnicas de recolección, de procesamiento, almacenamiento, manipulación previa, durante y post-almacenamiento, y finalmente manejo en viveros forestales.

En muchos casos no han fallado las técnicas de almacenamiento, sino las técnicas integrales de post-cosecha.

* Las técnicas de almacenamiento no resuelven errores de planificación

Muchos de los esfuerzos económicos y tecnológicos invertidos en conservación de semillas forestales, pueden ser evitados si existiera más planificación en los programas de reforestación.

Los cuartos fríos y mucho espacio en los bancos de semillas están llenos de semillas, pero mucho de este material está allí por errores de planificación en el cronograma de plantaciones.

Las técnicas de almacenamiento no resuelven estos problemas y en algunos casos más bien los pueden agravar.

Las técnicas de viveros y plantación ajustadas a los períodos de cosecha de ciertas especies forestales de difícil almacenamiento, son la única vía para ciertos programas de reforestación, al menos hasta la fecha.

* Los bancos de semillas forestales son en principio almacenes de semillas

Grandes inversiones tecnológicas (equipo, personal y experiencia) requieren los programas de almacenamiento de semillas forestales y sin un eficiente control de humedad y de temperatura, pero sobre todo sin experiencia, lo único que claramente está asegurado es el deterioro y la pérdida de grandes cantidades de semilla.

Pero a un almacén se recurre cuando el cliente tiene la seguridad de encontrar el producto en la cantidad, la calidad y el precio justo. Muchos bancos de semillas de la región centroamericana han olvidado su verdadera razón de ser y están prácticamente desacreditados por ello.

La longevidad de las semillas es una característica específica, influida por varios factores previos de almacenamiento y que durante el proceso de almacenamiento los dos factores primordiales a controlar son el contenido de humedad y la temperatura (Bonner *et al*, 1994).

LONGEVIDAD Y ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

El término longevidad está relacionado con el período de tiempo en el que las semillas se mantienen viables; esta es una característica específica y se ha demostrado que algunas semillas se deterioran rápidamente, mientras que otras mantienen su viabilidad por largo tiempo (Araujo y Bergemann, 1993).

A la luz de los estudios de Harper *et al* (1970), donde demostró la capacidad de algunas gramíneas de mantenerse bajo congelamiento por períodos superiores a los 100 años, no se han detenido los esfuerzos investigativos para determinar ese período de tiempo por especie, según las condiciones de almacenamiento.

Barton (1957) plantea una clasificación de las semillas con relación a su capacidad de almacenamiento en condiciones ideales, subdividiéndolas en microbióticas (menos de 3 años), mesobióticas (3 a 15 años) y macrobióticas (15-100 años), clasificación cuestionada más tarde por considerarla muy general, y por el hecho de que antes que tiempo en años, son las características genéticas, la calidad inicial y las condiciones de almacenamiento los factores que dirigen la longevidad (Wang, 1980).

Al respecto se presenta el siguiente cuadro, que contiene algunos ejemplos de períodos de almacenamiento de semillas forestales logrados en CATIE.

CUADRO 1. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de especies forestales de importancia regional

ESPECIE FORESTAL	AÑOS DE ALMACENAMIENTO	PORCENTAJE DE GERMINACION %
<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.

NOTA:

Las condiciones de almacenamiento fueron uniformes para todas las especies:

- Empaque: bolsa plástica
- Equipo: cámara fría
- Temperatura: 5°C promedio
- Humedad relativa: 60% promedio
- Tratamiento pregerminativo: según especie

Nótese además que la mayoría de las especies son leguminosas ("semillas duras").

RIESGOS DE DETERIORO DE SEMILLAS ALMACENADAS

El término deterioro se refiere a cualquier transformación degenerativa irreversible que ocurra en la calidad de la semilla con respecto al tiempo (Araujo y Bergemann, 1993); algunas alteraciones son señaladas por Niembro (1990):

- Cambios de color de la cubierta seminal, tejidos de almacenamiento y embrión.
- Disminución de la velocidad y porcentaje de germinación, emergencia, crecimiento y desarrollo de plántulas.
- Incremento de plántulas anormales.
- Disminución de la capacidad de las plántulas para tolerar condiciones ambientales adversas.
- Alta sensibilidad de la semilla a las radiaciones.
- Alteraciones químicas fuertes (auto-oxidación de lípidos, activación de enzimas, degradación de estructuras funcionales, daños genéticos, cambios en capacidad de síntesis).
- Muerte de la semilla.

Adicionalmente, Popinigis (1977), agrega aspectos como:

- Degeneración de membranas celulares y su consecuente pérdida de control de la permeabilidad.
- Daños en los mecanismos de producción energética y de biosíntesis.
- Reducción en actividad respiratoria y de biosíntesis.
- Reducción del potencial de almacenamiento.
- Menor uniformidad del material en viveros.
- Germinación y crecimiento mas lento de plántulas
- Mayor susceptibilidad a las adversidades ambientales.
- Mayor porcentaje de plántulas anormales.
- Pérdida de poder germinativo.

Desde el momento mismo de la recolección se inicia el deterioro de las semillas, el cual va desde la disminución de la germinación hasta la muerte misma de la semilla y algunas veces

incluso puede traer como consecuencia incrementos en germinaciones anormales (Bonner *et al*, 1994).

Por lo tanto, el objetivo del almacenamiento es retardar el deterioro y alargar el tiempo de uso de semillas.

ESTADO ACTUAL DEL CONOCIMIENTO EN ALMACENAMIENTO DE SEMILLAS FORESTALES

Durante mucho tiempo se clasificaron las semillas en dos grandes grupos, de acuerdo a su capacidad de almacenamiento (según Robert: recalcitrantes y ortodoxas).

Hoy día, luego de múltiples investigaciones esta clasificación ha sido ampliada a cuatro grupos (Bonner *et al*, 1994):

a. Semillas ortodoxas típicas

Estas semillas son tolerantes a la desecación, pueden llevarse a un 5-10% de contenido de humedad, almacenadas a temperaturas cercanas al congelamiento, son fáciles de almacenar y resisten períodos largos de almacenamiento.

En este grupo se incluyen géneros importantes como *Pinus*, *Prunus* y muchos géneros de importancia en el trópico como *Acacia*, *Eucalyptus*, *Casuarina*, *Araucaria* y *Tectona*.

b. Semillas subortodoxas

Estas requieren las mismas condiciones de almacenamiento de las semillas ortodoxas típicas, sólo que su período de almacenamiento debe ser corto (altos contenidos de lípidos, con testa delgada).

En este grupo se incluyen: *Juglans*, *Abies*, *Pinus*, *Populus*, *Salix*, *Citrus* y *Gmelina arborea*.

c. Semillas recalcitrantes templadas

Son semillas intolerantes a la desecación, que no pueden ser llevadas abajo de los 20-30% de contenido de humedad, aunque si soportan niveles de bajo congelamiento. Muchas veces tienen metabolismos tan rápidos que la pregerminación comúnmente ocurre estando

almacenadas. No pueden ser almacenadas en bolsas plásticas, ya que requieren intercambio gaseoso.

Incluyen el género *Quercus* y *Aesculus*.

d. Recalcitrantes tropicales

Tienen los mismos requerimientos que las recalcitrantes templadas, pero son muy sensitivas a bajas temperaturas, incluso dependiendo de la especie esta no debe ser menor de 12-20°C. Estas son las semillas de más difícil almacenamiento, aún para períodos cortos.

Incluye a especies como *Shorea*, *Araucaria*, *Azadirachta indica*, *Carapa*, *Virola*, *Inga*, *Heuea*.

CUADRO 2. Condiciones de almacenamiento según tipo de semilla

TIPO SEMILLA	PERIODO ALMACEN. (años)	CONTENIDO HUMEDAD (%)	TEMPERATURA (°C)	TIPO ENVASE
Ortodoxa típica	+5	6 - 10	0 - 5	Bolsa plástica
	-5	6 - 10	-18	Bolsa plástica
Subortodoxa	+5	6 - 10	0 - 5	Bolsa plástica
	-5	6 - 10	-18	Bolsa plástica
Recalcitrante templada	-3	30 - 45	-1 a -3	Plástico poroso no sellado
Recalcitrante tropical	-1	30 - 45	12 - 20	Plástico poroso no sellado

FUENTE: Bonner *et al*, 1994

Para el caso específico de semillas recalcitrantes tropicales (tema prioritario en la actualidad) se han probado además técnicas de recubrimiento con látex y ceras para evitar pérdidas de humedad, tratarlas con sustancias antioxidantes para minimizar respiración y oxidación de lípidos (Niembro, 1990) y recientemente se ha incursionado en criogenia

(crioconservación), que consiste en mantener las semillas a temperaturas menores a los -173°C para reducir la actividad metabólica al mínimo, lo cual se logra con nitrógeno líquido; pero esta técnica, aunque en proceso, ha demostrado ser viable en algunos casos (Bonner *et al*, 1994).

MANEJO DEL CONTENIDO DE HUMEDAD EN SEMILLAS FORESTALES

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

Si la unidad de almacenamiento tiene control de humedad (50-60% de humedad relativa), las semillas ortodoxas no deben ser selladas . De todas maneras las semillas recalcitrantes no pueden ser selladas ni almacenadas en estas condiciones, pues las bajas humedades las desecarían.

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

Para semillas ortodoxas debe procederse a su secado y almacenado en empaques adecuados.

Las refrigeradoras libres de escarcha son una posibilidad a bajo costo para el control de la humedad en especies forestales (Bonner *et al*, 1994).

EMPAQUES PARA CONSERVACION DE SEMILLAS FORESTALES

En este aspecto la recomendación fundamental es el empleo de tambores de fibra, preferir el plástico antes que el vidrio, e introducir las bolsas plásticas que contienen las semillas dentro de los recipientes.

BIBLIOGRAFIA

- ARAUJO, J.C. Y BERGEMANN, I. 1993 Armazenamento de sementes In: Sementes Florestais Tropicais. Associacao Brasileira de Tecnologia de Sementes Florestais. Brasil.. 333-373 p.
- BARTON, L. 1953 Seed storage and viability . Boyce Thompson Inst. Contrib. 15: 341-342.
- BONNER, F., VOZZO, J. ELAM, W. y LAND, S. 1994. Tree Seed Technology Training Course. USDA Forest Service. Instruccion manual. 160p.
- HARPER, J., LOVELL, P., MOORE, K. 1970. The shape and sizes of seeds. Ann. Rev. Ecol. Syst. 1: 327-335.
- NIEMBRO, A. 1990. La composición química de las semillas y su efecto en su conservación. In: Memorias Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas forestales Tropicales. CONIF. Serie Documentación 18, Bogotá, Colombia. 111-118 p. o
- POPINIGIS, F.. 1977. Fisiologia da Semente. Brasilia. AGIPLAN. 1977. 289 p.
- TRUJILLO, E. S.F. Resultados preliminares de almacenamiento de semillas de 52 especies forestales. PROSEFOR. CATIE CR: 5p.
- WANG, B. Tree seed storage. 1980 Canadian Forestry Service. 29p.

**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 el 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 $\pm 20^{\circ}\text{C}$ 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					COMPORTAMIENTO
	DESCRIPCION	PESO DE 1000 SEMILLAS (g)	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)	PORCENTAJE DE GERMINACION (%)		
<i>Dipteryx panamensis</i> (Fabaceae)	Fruto con endocarpo grueso y duro, semilla grande (4-8cm)	20 800	36	87		Parce ser recalcitante; viabilidad natural menos de un mes; soporta secado superficial del fruto; no soporta $\leq 4^{\circ}\text{C}$
<i>Hieronyma oblonga</i> (Euphorbiaceae)	Fruto carnoso 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

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)

Albizia carbonaria:

Una vez cosechada la semilla, se debe sembrar inmediatamente, ya que pierde fácil y rápidamente la viabilidad (4-5 días) por deshidratación. Por lo que se considera de difícil almacenamiento. Se desconoce sobre esta especie técnicas de almacenamiento que permitan la conservación de su viabilidad por largo período de tiempo. Triviño *et al* (1990).

Albizia guachapele:

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 6.4%. Trujillo (1994)

Albizia lebeck:

Se puede almacenar en seco, y no es necesario regular la temperatura y la humedad. Becerra (1977)

Albizia saman:

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 6.0%. Trujillo (1994)

Alnus acuminata:

Los frutos de la especie deben colocarse al sol y al viento, cuando éstos van abriendo, se sale la semilla, la que debe ir separándose mediante coladores para librarla de impurezas. La semilla así tratada, se empaca en envases de vidrio o bolsas de polietileno, para conservarla en refrigeración. El poder germinativo de la especie, baja rápidamente, por lo que recomienda su pronta siembra. Triviño *et al* (1990). las semillas de las especies se pueden almacenar 4 años en condiciones de recipiente hermético y 4°C de temperatura. Trujillo N. (1994)

Alnus jorullensis :

Las semillas de esta especie se encuentran en una cantidad aproximada de 2000.000 por kilo, con una pureza comercial de 45% y una germinación alrededor del 30%; ésta

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 empaca 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 empaca 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 agujones 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 berteriana:

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 las 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 empacar 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 tratamientos 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 empaacan 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 un 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).

Thowinidium 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 carnosa, es conveniente macerar 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 frique sólo 3 meses. INDERENA (1991).

Tibouchina lepidota:

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

Viola 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).

Viola carnata:

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. Mejioco.

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 Samente 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.

METODOLOGIA Y RESULTADOS DE ALMACENAMIENTO

DE SEMILLAS FORESTALES EN COLOMBIA ¹

Luis Fernando Jara N. ²

I.- INTRODUCCION

Durante la última década, se ha presentado una tremenda presión hacia la conservación, protección y manejo sostenido de especies regionales o nativas de los países tropicales. Esto se debe en gran medida, a la preocupación por el rápido deterioro y deforestación de grandes áreas de bosque natural tropical, que trae por consiguiente la pérdida y/o degradación de la diversidad genética de los recursos forestales tropicales.

Como consecuencia de lo anterior, muchos países de la franja tropical han formulado políticas para la conservación de recursos genéticos forestales, tales como de delimitación de áreas protegidas, establecimiento de reservas forestales, conservación de recursos genéticos "in situ" y "ex situ", proyectos de reforestación, entre otras. Para la implementación de estas últimas dos medidas de política, se hace necesario la utilización de material vegetal forestal para su reproducción y plantación en sitios con condiciones medio ambientales adecuadas para su desarrollo. Dentro del material vegetal que se requiere, se encuentran las semillas forestales, que será el insumo más importante para iniciar los programas de reforestación comercial y conservación "ex situ" de especies tropicales.

Estas especies regionales o nativas, algunas de ellas en peligro de extinción tanto a nivel de procedencia como de especie, no han podido ser incorporadas a los programas de reforestación o de conservación genética, entre otras razones, por la poca información con que se cuenta en relación a su silvicultura, mercadeo y rendimientos económicos.

Dentro del desconocimiento silvicultural, se tiene por lo general que lo concerniente al sistema reproductivo y de manejo de semillas, presenta muchos obstáculos y/o vacíos tecnológicos. Entre los más destacados está: la deficiente información que se tiene sobre la

¹Basado en el trabajo de Triviño *et al* (1990)

²Asistente Técnico PROSEFOR - CATIE

biología floral, fenología de los procesos de floración y fructificación, estados de madurez fisiológica, desconocimiento sobre los sistemas de recolección, transporte y presecado que garantice la capacidad germinativa de las semillas; la carencia de métodos comprobados de almacenamiento y del manejo del contenido de la humedad, para asegurar a través de un período de tiempo la germinación y viabilidad de las semillas; en muchos países, no se cuenta con la adecuada infraestructura física para la conservación del germoplasma, como tampoco los recursos humanos adecuadamente capacitados para aplicar los normas internacionales de pruebas de calidad física ni para desarrollar proyectos de investigación conducentes a resolver los vacíos mencionados anteriormente; por último, no ha existido una política consistente ni continua de los gobiernos para implementar los programas de investigación y de desarrollo forestal con las especies propias.

Colombia no se escapa de esta problemática y fue así como en 1985 se firmó un Convenio Cooperativo por un término de cuatro años entre el Centro Internacional de Investigaciones para el Desarrollo (CIID) del Canadá, la Corporación Nacional de Investigación y Fomento Forestal (CONIF) y el Instituto Nacional de Recursos Naturales y del Ambiente (INDERENA), denominado "Mejoramiento de Semillas y Fuentes Semilleras en Colombia". El objetivo general del proyecto consistió en garantizar el suministro de las semillas forestales de especies forestales nativas tropicales de Colombia, mediante el estudio y generación de técnicas de recolección, transporte, manejo en laboratorio y de almacenamiento, propagación vegetativa y establecimiento de huertos semilleros y de ésta manera, mantener la calidad física de los componentes fisiológicos y sanitarios y prolongar su viabilidad (CONIF, 1989).

En el presente documento, se presenta un resumen de las metodologías utilizadas y los resultados finales de las experiencias relacionadas con los sistemas de manejo del contenido de humedad y de almacenamiento bajo diferentes condiciones, de siete especies forestales tropicales que son de interés para la región de Centro América. La información expuesta se basó principalmente en el Informe Final del Proyecto Mejoramiento de Semillas y Fuentes Semilleras en Colombia (CONIF, 1989) y en la publicación de Triviño et al. et al. (1990).

II.- OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de empaques, contenido de humedad y temperaturas de almacenamiento sobre la calidad fisiológica de la semilla de siete especies tropicales.

- Constatar la efectividad de la aplicación de biocidas en el control de microorganismos e insectos de las semillas.

III.- METODOLOGIA

1.- Especies forestales utilizadas

Para efectos de esta presentación, se escogieron las experiencias y resultados de solo siete de las diez y seis especies forestales tropicales con las cuales el Convenio Cooperativo trabajó, por cuanto son las de interés para la región y crecen naturalmente de Centro América. Los nombres científicos, vulgares o comunes, familia, distribución natural, zonas de vida (Holdridge, 1979) donde crecen naturalmente y la descripción de las flores, frutos y semillas se presentan condensados en el Cuadro 1.

2.- Sitios de recolección de semillas

La información sobre la localización político administrativa, geográfica y climática de los sitios de donde se obtuvo las semillas para las pruebas de almacenamiento, están plasmadas en el Cuadro 2 y se ilustran sobre un mapa de Colombia en el Anexo 1.

3.- Metodología

Los frutos y/o semillas fueron recolectadas de 5 a 15 árboles dependiendo de las especies. Se obtuvieron directamente de los árboles, se limpiaron de hojas y ramas gruesas; fueron empacadas en bolsas de tela y llevadas en el menor tiempo posible al laboratorio de semillas forestales del INDERENA, localizado en la ciudad de Bogotá. Está ubicado a una altitud de 2.547 msnm, con temperatura media anual de 14 °C, precipitación media anual de 780 mm y humedad relativa entre 50 y 80 %.

Tan pronto como entraron las frutos al laboratorio, se procedió a extraer sus semillas, limpiarlas de impurezas y secarlas hasta llegar al contenido de humedad deseado o requerido para las diferentes pruebas de almacenamiento. Posteriormente se les aplicó los biocidas preestablecidos, se empacaron en diferentes materiales y se procedió al almacenamiento bajo las condiciones de estudio. El periodo de almacenamiento varió entre 90 y 520 días dependiendo

Cuadro 1. Descripción general de las especies estudiadas

NOMBRE CIENTÍFICO	NOMBRE VULGAR	FAMILIA	DISTRIBUCIÓN NATURAL O PLANTACIÓN	ZONA DE VIDA (HOLDRIGE)	Flóres	DESCRIPCIÓN Frutas	Semillas
<i>Bombacopsis quinata</i> (Jacq) Dugand	Ceiba toliúa Ceiba roja Cedro macho Saquisaquí Pochote Cedro espinoso	Bombacaceae	Desde Nicaragua hasta la Costa Norte de Colombia y Venezuela, Costa Atlántica y Arauca	bs-T	Grandes, blancas, cara interna y rojizo externa	Cápsulas subglobosas con lana interior	Subglobosas
<i>Calophyllum mariae</i> Camb	Acetite Acetite maría Cachicarro Jacaremba	Clusiaceae	Desde Centro América hasta la Amazonia. Costa Pacifica, Magdalena Medio, La Amazonia y Llanos Orientales	bh-T	Blancas dispuestas en racimos axilares y terminales pequeños. Poco aromáticas	Drupáceo globoso hasta 1 cm de diámetro	globosas
<i>Cariniana pyriformis</i> Miens	Abarco Coco Abarco Chibugá Piloncillo Basú	Lecythidaceae	Desde Costa Rica hasta Colombia y Venezuela, Valle del Magdalena Medio, Alto Simó, Cataumbo y Norte del Chocó	bh-T brbh-T	Paniculas flores pequeñas y blancas	picudos, cápsulas lefosas	Aladas
<i>Cordia alliodora</i> (Ruiz & Pavón) Oken	Nogal cafetero Canalete Vara de humo Laurel Mónico Pardillo	Boraginaceae	México, América Central y Norte de Suramérica, Zona cafetera región Andina, Costa Atlántica y Tumaco	bh-Pm bh-T brbh-T	Paniculas terminales y axilares blancas	drupas secas con cáliz y corola persistentes	Ovoide acuminada
<i>Cordia gerascanthus</i> L.	Solera Pardillo Laurel Mónico	Boraginaceae	Valle del Magdalena medio y Costa Atlántica	bh-T be-T	Paniculas terminales y axilares	drupas secas con cáliz y corola persistentes	-
<i>Sterculia apetala</i> (Jacq.) Karst	Camajón Cacaito Panamá	Sterculiaceae	México, Norte de América del Sur y las Antillas; Costa Atlántica Urabá	bs-T	Paniculas axilar y subterminal, hermafrodita	Compuesto de 5 folículos, ovoides sésiles y recurvados	Oblonga elipsoide, negra brillante, comestible
<i>Tabebuia rosea</i> (Bertol.) DC	Roble rosado o morado Guayacán morado, Ocobo Ipé Flor morado Roble sabana	Bigoniaceae	México, Las Antillas, Ecuador y Venezuela, Costa Atlántica, Valle de los ríos Magdalena y Cauca, Zona Cafetera, Región Andina	brbs-T bs-T bh-T bh-Pr	Panicula axilar gamopétala, campanulada o morada	Cápsulas largas con suturas laterales	Alas membranosas translúcidas

Fuente: Triviño, T. *et al.* (1990)

de la cantidad de semilla disponible y de la capacidad de la especie de soportar las condiciones.

Los controles periódicos de germinación y contenido de humedad durante el almacenamiento fueron tomados cada 30, 60 ó 90 días de acuerdo con la disponibilidad de semilla y tiempo de germinación de la especie. En los resultados correspondientes para cada una de las especies, se indica los intervalos considerados.

4.- Variables de evaluación

En el Cuadro 3 se presenta un resumen de los parámetros o variables analizadas como respuesta a la aplicación de los diferentes tratamientos de almacenamiento. Se consideraron cuatro factores principales: contenido de humedad (%), temperatura (°C), biocidas (tres clases) y tipos de empaque (aluminio y polietileno).

No todas las especies fueron sometidas a los mismos tratamientos o condiciones de almacenamiento: dependiendo del tipo de semilla, de su disponibilidad y espacio en las cámaras de crecimiento, se decidió aplicar los diferentes tratamientos.

5.- Diseño estadístico

Las pruebas de almacenamiento diferentes al ambiente (14 ± 2 °C), fueron realizados en cámaras de crecimiento con condiciones de temperatura, luz y humedad totalmente controladas. La prueba al ambiente, fue establecida bajo techo en condiciones relativamente controladas.

El diseño utilizado para todas las pruebas fue completamente al azar, con cuatro repeticiones distribuidas en los compartimientos de las cámaras de crecimiento y cuarto frío. Las semillas para los controles periódicos o pruebas de germinación y los de contenido de humedad, se fueron extrayendo de cada unos de las cámaras bajo diferentes condiciones de almacenamiento, e introducidas inmediatamente en desecadores para evitar absorción de agua. Posteriormente se colocaron sobre papel de germinación y en cámaras de germinación a 25 °C. Para esta pruebas se siguieron los procedimientos establecidos por el ISTA: para semillas pequeñas, cuatro repeticiones de 100 semillas cada una; para semillas grandes o medianas cuatro repeticiones de 50 semillas cada una.

Cuadro 2. Información geográfica y climática de las procedencias de los lotes de semillas de siete especies tropicales

Especie	Departamento	Municipio	Vereda, Finca o Corregimiento	Ubicación geográfica		Altitud msnm	Precipitación mm	Temperatura Promedio anual °C
				Latitud	Longitud			
<i>Bombacopsis quinata</i>	Atlántico	Baranoa	Campeche	10° 43'	74° 56'	55	1.100	28
<i>Calophyllum mariae</i>	Valle	Buenaventura	Bajo calima	04° 03'	77° 04'	40	6.000	26
<i>Cariniana pyriformis</i>	Santander Chocó	San Bartolo Riosucio	Terestas	07° 32'	77° 20'	0-400	3.100	26
<i>Cordia alliodora</i>	Cundinamarca Antioquia	Mesitas del Colegio Amagá	Misiones Camiloocé	04° 34' 06° 02'	74° 18' 75° 42'	1.540 1.350	1.200 2.500	20 21
<i>Cordia gerascanthus</i>	Santander	Barrancabermeja		07° 01'	73° 48'	126	2.292	28.1
<i>Sterculia apetala</i>	Chocó	Riosucio	La Balsa	07° 32' 26"	77° 20' 16"	0-400	3.100	26
<i>Tabebuia roseae</i>	Meta Cundinamarca	Restrepo Mesitas del Colegio	Urbano Misiones	04° 15' 04° 34'	73° 35' 74° 18'	400 1-540	3.000 1.200	26 20

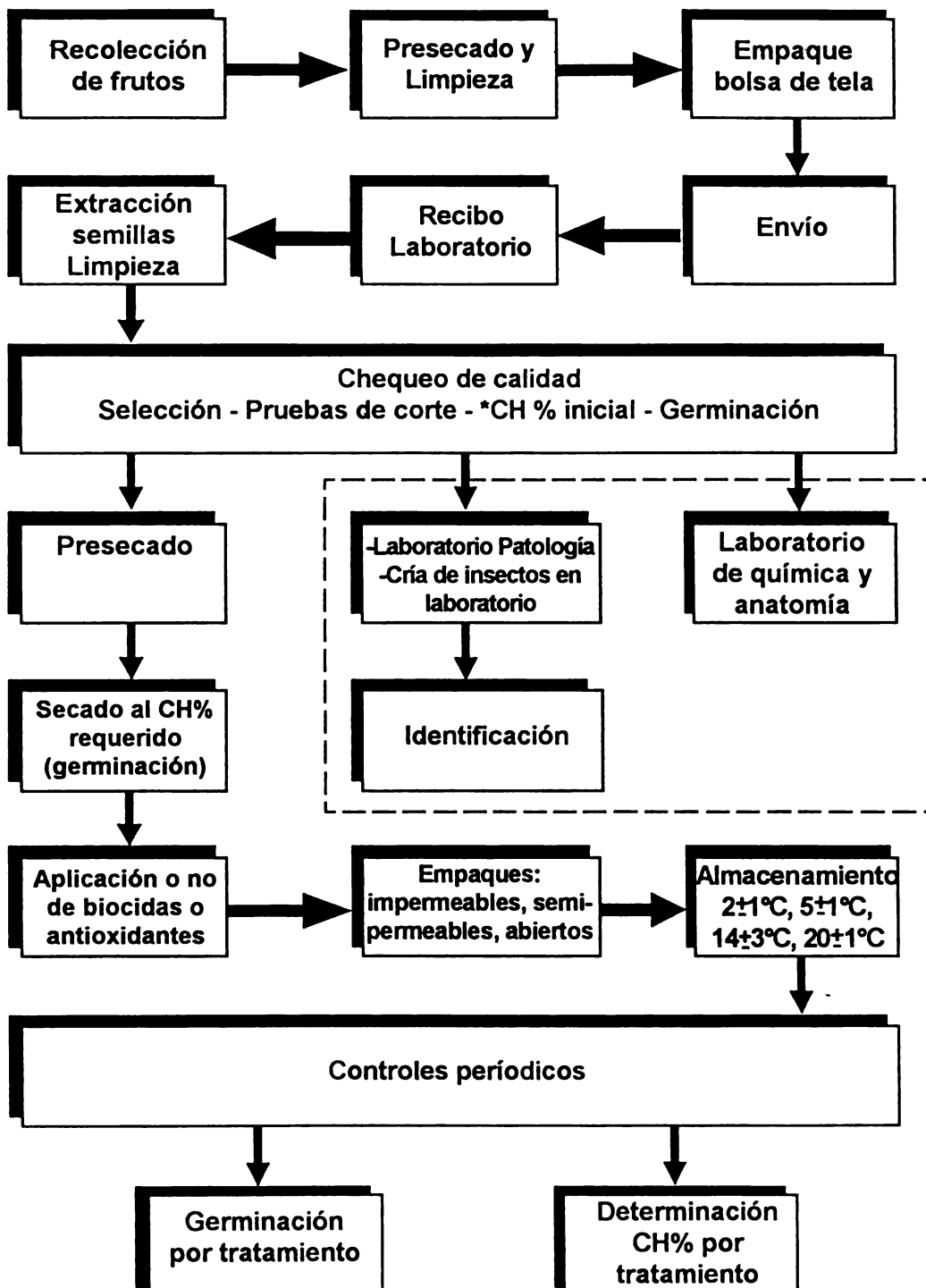
Fuente: Triviño, T. et al (1990)

Cuadro 3. Variables de respuesta consideradas en los ensayos de almacenamiento

TRATAMIENTOS			
Contenido de Humedad (%) (rangos)	Temperatura °C (rangos)	Biocidas (1)	Tipos de empaques
7 ± 1	2 ± 1 5 ± 1	Vitavax 300	Bolsa de polietileno calibre 0.6 y 0.8
10 ± 1	14 ± 2	Bananol	Bolsa papel aluminio
14 ± 2	20 ± 1	Lorsban	Recipientes plásticos con tapa rosca y arena de río seca

- (1) Ingredientes activos: Vitavax 300 = Carboxin 20% y Captan 20%
 Bananol: DF-100 al 50%, estabilizado con ácido ascórbico, ácido palmítico, glicéridos y tocoferoles.
 Lorsban: Organo fosforado a base de clorpiritos al 25%

Diagrama 1. Proceso metodológico.



* = Contenido de humedad

El conteo de germinación se efectuó desde el día en que germinó la primera semilla hasta el momento en que por tres días seguidos no se observó más germinación. Se procedió a realizar los análisis de varianza de la germinación final; los datos primarios fueron transformados en arc. sen raíz de X, por no ser una muestra con una distribución normal. Los registros con cero de germinación fueron incrementados en 0.5 % con su correspondiente transformación y así poder realizar las comparaciones múltiples. A los promedios retransformados se les aplicó la prueba de Tukey para su diferenciación.

IV.- RESULTADOS Y DISCUSION

1.- *Bombacopsis quinata* (Pochote)

En el Cuadro 4 se presenta el manejo del contenido de humedad que se la aplicó a esta semilla. Bajo condiciones ambientales de Bogotá ($14\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$), utilizó cerca de seis días para llegar a 9.0% (punto de equilibrio), mientras que en estufa a $25\text{ }^{\circ}\text{C}$, permaneció un solo día y bajó a 7.17 %. Aparentemente esta especie no tiene mayores problemas en el secado bajo los dos sistemas.

Cuadro 4. Comportamiento del contenido de humedad en *B.quinata*.

Tipo Secado	Contenido de Humedad (%)			Tasa diaria de descenso (%)
	Inicial	Final	Días de secado	
Ambiente (14 ± 2)	9.23	9.08	1.0	0.15
Estufa (25 ± 2)	9.08	7.17	5.8	0.33

En relación con las pruebas de almacenamiento, un resumen de los principales resultados se presentan en el Cuadro 5. Se probaron tres rangos de temperatura (dos en cámara y uno al ambiente) y dos contenidos de humedad inicial (9.1 y 7.2 %). Se les aplicó a todos los tratamientos los biocidas Vitavax 300 y Lorsban y se almacenaron en empaques de aluminio. El periodo de almacenamiento llegó hasta 480 días para sólo los tratamiento al ambiente, debido a que no se dispuso de semilla suficiente para los demás tratamientos.

Cuadro 5. Germinación de *B. quinata* bajo diferentes condiciones de almacenamiento

TRATAMIENTOS				GERMINACION (%) ***								
No.	Temp. (°C)	CH (%)	Biocidas *	Empaques **	DIAS DE ALMACENAMIENTO							
					0	60	120	180	240	300	360	480
1	20	9.1	V + L	AL	83	89	74	75	60	55	23 c	
2	5	9.1	V + L	AL	83	86	94	86	94	82	63 b	
3	20	7.2	V + L	AL	90	90	90	88	84	78	70 ab	
4	5	7.2	V + L	AL	90	86	87	86	87	85	77 a	
5	14 ± 2	9.1	V + L	AL	83	91	88	83	83	78	59 b	62 a
6	14 ± 2	7.2	V + L	AL	90	89	86	86	75	90	69 ab	73 a

* Aplicación de Vitavax + Lorsban

** Bolsas de papel aluminio tipo laminación, selladas al calor,

*** Los promedios seguidos por una misma letra no revelan diferencias significativas entre sí según la prueba de comparación.

Cuadro 6. Variación del contenido de humedad (%) durante el período de almacenamiento

Tratamientos	DIAS DE ALMACENAMIENTO									
	0	60	120	180	240	300	360	480		
1	9.1	8.79	9.40	9.62	8.16	8.65	7.58			
2	9.1	8.32	8.53	8.99	8.08	8.79	8.96			
3	7.2	8.02	7.36	6.19	6.58	7.83	7.64			
4	7.2	7.73	7.40	7.39	7.57	7.47	8.00			
5	9.2	9.36	10.59	7.63	7.33	7.66	7.50	7.20		
6	7.2	7.78	9.03	7.31	7.34	7.33	7.68	7.42		

GERMINACION (%)

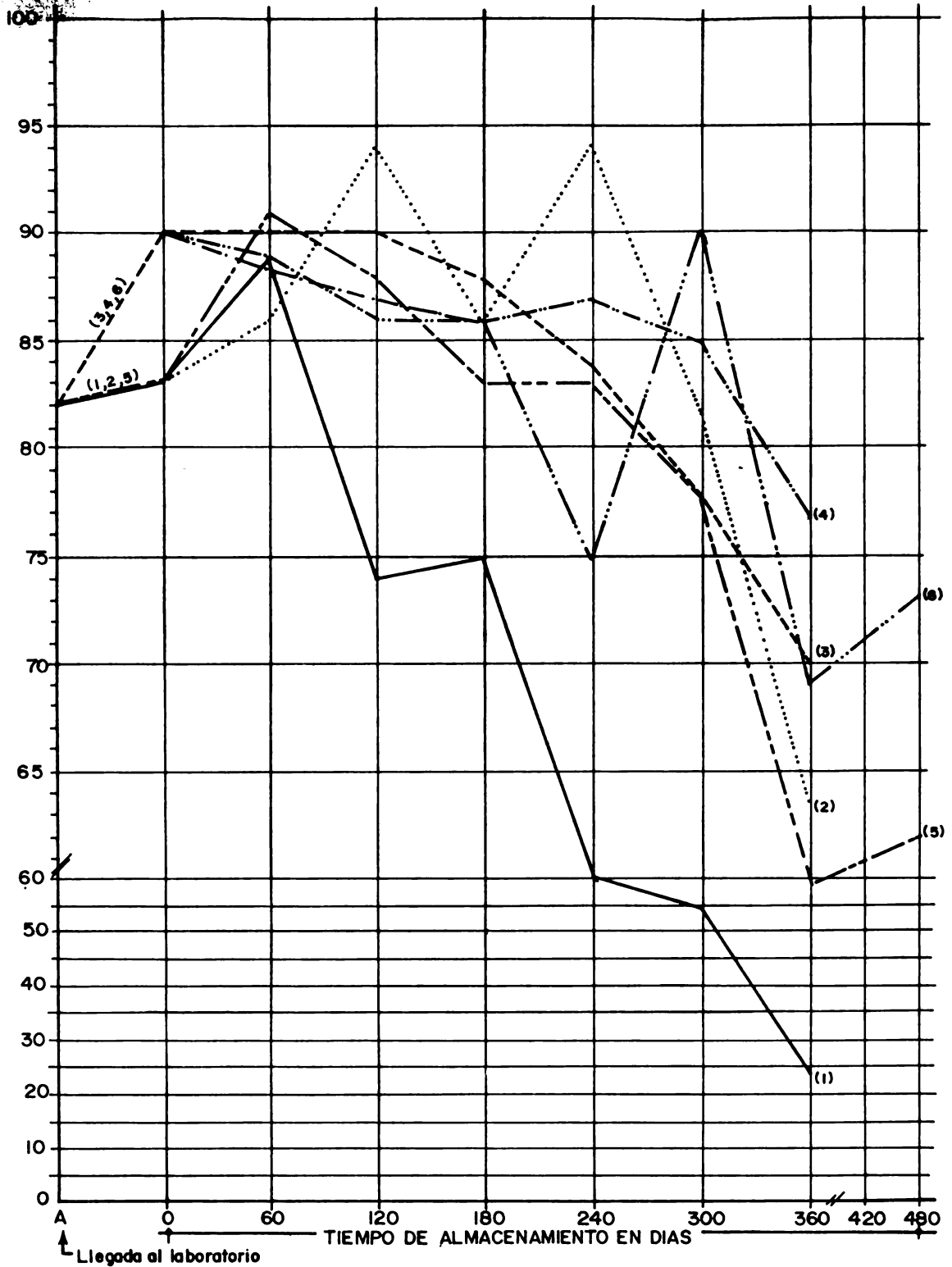


Fig.2 Germinación de *Bombacopsis quinata*, bajo seis condiciones de almacenamiento.

Se puede observar que los tratamientos con bajo contenido de humedad mantuvieron la germinación relativamente estable, con un descenso no superior al 25% después de 360 días. Las temperaturas de almacenamiento no ejercen aparentemente ninguna influencia sobre la germinación a través de 12 meses de almacenamiento en esta especie. Esto sugiere, que la semilla se puede almacenar bajo condiciones ambientales con un contenido de humedad de 7 %.

Si se observa el comportamiento del contenido de humedad a través del tiempo de almacenamiento durante un año, las semillas con bajo contenido de humedad se rehidrataron y las de mayor contenido de agua perdieron humedad, llegando todas a un punto de equilibrio similar. Se detectaron variaciones de hasta 2.1%, lo que indica que conlleva a reevaluar el concepto de controlar únicamente el contenido de humedad inicial de la semilla empleando bolsas de papel aluminio, polietileno o recipientes plásticos cuyas paredes son semipermeables o con cierres defectuosos que permitan el intercambio con la atmósfera circundante.

2.- *Calophyllum mariae* Camb. (Aceite maría)

Esta semilla se caracteriza por tener un alto contenido de humedad de cosecha (por encima de 35 %). El manejo de la humedad debe ser cuidadoso, ya que se ha demostrado que al disminuir su contenido de humedad por debajo del 25 %, la germinación se reduce drásticamente.

Su cubierta seminal gruesa hizo que la semilla perdiera muy lentamente humedad en condiciones ambientales de Bogotá (14 ± 2 °C y 20 % de HR): tardó 24 días para bajar de 36 a 13 %, con una tasa diaria de 0.9 %.

Se consideraron además de contenidos de humedad, los sistemas de transporte de la semilla desde el sitio de recolección hasta el laboratorio. En el cuadro 7 se resume las condiciones de almacenamiento (dos temperaturas, dos contenidos de humedad y dos tipos de empaque), los sistemas de transporte y los resultados de germinación después de 30 días de sembrada.

Cuadro 7. Germinación de semilla de *Calophyllum mariae* transportada en diferentes formas

FORMA DE TRANSPORTE	TRATAMIENTOS							GERMINACION (%) (3)		
	No.	Temp. °C	CH (%)	Biocidas (1)	Empaques (2)	Inicial	Final	(días)		
a. F + S; Bp	1	20	26.92	Orthocidae	Bp	90	80	a		
	2	2	26.92	Orthocidae	"	90	80	a		
	3	20	14.84	Orthocidae	"	90	0	b		
	4	2	14.98	Orthocidae	"	90	0	b		
b. F + S; Bt	5	20	30.19	Orthocidae	Bt	90	60	c		
	6	2	30.19	Orthocidae	"	90	60	c		
	7	20	13.37	Orthocidae	"	90	1.33	b		
	8	2	13.37	Orthocidae	"	90	1.33	b		
c. S; Bt	9	20	24.63	Orthocidae	Bt	90	28.88	d		
	10	2	24.63	Orthocidae	"	90	28.88	d		
	11	20	19.47	Orthocidae	"	90	0	b		
	12	2	19.47	Orthocidae	"	90	0	b		

1. Orthocidae 50%. Dosis 2g/kg de semillas

2. Bolsa de tela (Bt) o bolsa de polietileno (Bp)

3 Los promedios seguidos por una misma letra no presentan diferencias significativas, según la prueba múltiple de Tukey al nivel 5%.

Los resultados indican claramente que al reducir el contenido de humedad por debajo de 25 %, el embrión de la semilla se afecta y muere. Aparentemente la temperatura de almacenamiento no inhibe la germinación de esta especie, pero sí lo hace el sistema de transporte y el sistema de empaque. El transporte y almacenamiento en bolsas de polietileno demostró mantener la germinación (80 %) por encima de los demás sistemas y tipos de empaque. Además, las semillas dentro de los frutos, conservan su alta humedad y mantienen su poder germinativo.

3. *Cariniana pyriformis* (Abarco)

Esta semilla posee un alto contenido de grasas, compuestas especialmente por el ácido linoléico, que por ser no saturado, es fácilmente degradable en presencia de luz y oxígeno. Esto explica en parte la corta viabilidad de las semillas de esta especie en condiciones ambientales de su sitio de distribución (Triviño et al., 1990).

El proceso de secado se realizó al medio ambiente y a la sombra en Bogotá, obteniéndose una tasa de descenso de 0.5 % por día y llegando a un contenido de humedad de equilibrio de 8 %. La germinación inicial de esta semilla fue de 77 %.

Para esta especie se experimentaron tres temperaturas y la aplicación de antioxidantes y biocidas como variables para las condiciones de almacenamiento. El Cuadro 8 presenta los resultados de germinación como respuesta a la variables mencionadas, utilizando solamente un contenido de humedad (8.7 %) y un tipo de empaque (bolsa de aluminio). También muestra la variación del contenido de humedad de las semillas durante 450 días de almacenamiento.

Los resultados de germinación después de 450 días de almacenamiento, indican que el antioxidante aparentemente tuvo un efecto fitotóxico y/o físico adverso. Por otro lado, la temperatura no es determinante para el almacenamiento de esta especie, ya que la germinación tuvo un descenso tan sólo de 35 % con relación a la germinación inicial durante el periodo de experimentación.

En cuanto al comportamiento del contenido de humedad de las semillas durante 450 días, fluctuó entre 8.3 y 8.9, demostrando esta especie su resistencia a liberar humedad debido a la presencia de grasas.

Cuadro 8. Germinación de *Cariniana pyriformis* bajo diferentes condiciones de almacenamiento

TRATAMIENTOS		GERMINACION (*) %						Variación en el CH % durante el almacenamiento						
		DIAS DE ALMACENAMIENTO												
Trat. No.	Temp. (°C)	CH (%)	Biocida (**)	Empaque (***)	0	90	180	300	450	Trt.	90	180	300	450
1	20	8.7	G 50; Bn1	A1	0	0	0	0	0 b	1	8.57	8.91	8.47	8.43
2	20	8.7	Bn1	A1	60	53	50	64	44 a	2	8.49	8.63	8.58	8.85
3	5	8.7	G 50; Bn1	A1	0	0	0	0	0 b	3	8.74	8.45	7.92	8.78
4	5	8.7	Bn1	A1	60	64	50	44	50 a	4	8.38	8.88	8.85	8.67
5	14 + 2	8.7	G 50; Bn1	A1	0	0	0	0	0 b	5	8.55	9.15	8.35	8.92
6	14 + 2	8.7	Bn1	A1	60	70	43	49	50 a	6	8.11	8.46	8.60	8.01

* Los promedios seguidos por una misma letra o grupo de letras no son significativamente diferentes según la prueba de Tukey (0.05).

** Semilla tratada con el antioxidante G 50 y Bananol (Bn1)

*** Bolsa de aluminio

4.- *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav)n Oken. (Laurel)

Esta semilla presenta un contenido bajo de grasas, pero posee un contenido relativamente alto de ácido grasos no saturados del tipo linoléico (36.3 %) que son inestables en presencia de luz y de oxígeno (Triviño et al., 1990). Por esta razón, la semilla de esta especie pierde muy rápidamente su viabilidad si no se conserva bajo condiciones bajas de humedad y temperatura.

El secado de la semilla se realizó en estufa y al ambiente, tal como se indica en el Cuadro 9. Bajo estufa, la semilla tomó menos tiempo para bajar de humedad que al ambiente bajo las condiciones de Bogotá.

Después de 420 días, el porcentaje de germinación se incrementó en algunos tratamientos, mientras que en otros se mantuvo constante. En general, se obtuvo una mejor germinación con temperatura de 5 °C, independiente del contenido de humedad. La aplicación de biocidas no pareció tener ninguna influencia sobre la germinación. Este resultado es importante de resaltar ya que la mayoría de las reportes mencionan tiempos máximos de almacenamiento de no más de 120 días.

Cuadro 9. Comportamiento del contenido de humedad de semilla de *Cordia alliodora*.

Tipo Secado	Cont. Humedad Inicial Final	Días de secado	Tasa diaria de Descenso
Estufa (25 ± 2)	40.39 6.99	5.8	5.76
Ambiente (14 ± 2)	10.93 8.55	2.8	0.65

El Cuadro 10 resume los resultados de germinación después de 420 días de almacenamiento, bajos dos rangos de temperatura (5 y 20 °C), dos contenidos de humedad (8.5 y 10.6 %) y la utilización de un biocida (Vitavax 300); el empaque para todos los tratamientos fue bolsa de aluminio.

Cuadro 10. Germinación (%) de semilla de *Cordia alliodora* bajo diferentes condiciones de almacenamiento después de 420 días (Lote 88066)

TRATAMIENTOS					GERMINACION (%)***			
	TEMP.,	CH	BIOCIDAS	EMPAQUES	DIAS DE ALMACENAMIENTO			CH
No.	°C	%	*	**	0	240	420	X (%)
1	20	10.6	V	A1	58	65	46 d	
2	5	10.6	V	A1	58	62	65 bc	
3	20	10.6	-	A1	49	55	32 e	
4	5	10.6	-	A1	49	65	62Bc	50.1 %
5	20	8.5	V	A1	63	73	58 c	
6	5	8.5	V	A1	63	72	70 ab	
7	20	8.5	-	A1	50	43	58 c	
8	5	8.5	-	A1	50	61	76 ab	66.0%

* Y: Vitavax 300

** A1: Bolsas de aluminio

*** Los promedios seguidos de letras distintas revelan diferencias significativas al nivel del 0.05

El Cuadro 11 muestra otras pruebas similares con rangos de temperatura menores (2 y 5 °C) y diferentes contenidos de humedad (9.7 y 7.0 %), con y sin aplicación del biocida Vitavax 300. En este lote se utilizó empaque de polietileno de calibre 0.06 mm y sellada. Los resultados son similares a los encontrados en el lote anterior: se obtuvo mejor germinación a menor temperatura; en forma general, se encontró mayor germinación a menor contenido de humedad pero la aplicación del biocida no tuvo ningún efecto para mantener la viabilidad de la semilla.

5. *Cordia gerascanthus* L. (Laurel negro)

La testa de la semilla de esta especie es delgada y membranosa; además, la proporción de ácidos grasos no saturados son bajos comparados con el *Cordia alliodora*, lo cual permite una mejor conservación y almacenamiento.

El manejo de la humedad de la semilla se llevó a cabo en estufa y al medio ambiente, como se presenta en el Cuadro 12. Es una semilla relativamente fácil de secar a la estufa tomando sólo 2.3 días para obtener un 6.5 % de humedad.

Cuadro 11. Germinación (%) de semilla de *Cordia alliodora* bajo diferentes condiciones de almacenamiento después de 450 días. (Lote 87022).

TRATAMIENTOS			GERMINACION % ***									
No.	TEMP. °C	CH %	BIOCIDAS *	EMPAQUES **	0	60	180	DIAS DE ALMACENJE			450	CH X (%)
								240	300	390		
1	20	9.69	V	P6	39	43	46	50	37	34	12 c	
2	5	9.69	V	P6	39	41	2	2	1	0	0 e	
3	20	9.69	-	P6	39	36	32	44	34	37	14 c	
4	5	9.69	-	P6	39	20	2	0	1	0	0 e	6.5
5	20	6.99	V	P6	34	35	59	68	55	66	59 a	
6	5	6.99	V	P6	34	44	44	52	36	25	15 c	27.8
7	20	6.99	-	P6	24	32	23	53	53	62	32 b	
8	5	6.99	-	P6	24	34	13	22	35	12	7 d	

* (V) Vitavax 300

** P6: Bolsa de polietileno calibre 0.06

*** Promedios seguidos de letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, 0.05)

En el Cuadro 13 se resume los resultados de germinación bajo doce condiciones diferentes de almacenamiento, en donde se compara tres rangos de temperatura, dos contenidos de humedad y la aplicación del biocida Vitavax 300. Para todos los casos se utilizó bolsas de aluminio para su conservación. En el mismo Cuadro se observa que el contenido de humedad tiene un efecto decisivo sobre la germinación: a menor contenido de humedad mejor se mantiene la germinación por un pe de 420 días. Aparentemente la temperatura de almacenamiento no tiene ningún efecto sobre la germinación después de 14 meses, como tampoco la aplicación de biocidas. Se observó un descenso del 1 al 5 % en el contenido de humedad durante el pe de almacenamiento, lo que indica que el tipo de empaque utilizado es adecuado y puede prolongar aún más el almacenamiento.

Cuadro 12. Comportamiento del contenido de humedad en semillas de *Cordia gerascanthus*

Lote	Tipo de Secado	CH %		Días de secado	Tasa diaria Descenso
		Inicial	Final		
87	Ambiente (14 ± 2)	31.60	21.28	0.5	20.64
	Estufa (25 ± 2)	21.28	6.44	2.3	6.45
88	Ambiente (14 ± 2)	10.18	10.31*	2.0	-
	Estufa (25 ± 2)	10.31	7.94	2.0	1.18

Cuadro 13. Germinación de semillas de *C.gerascanthus* almacenadas bajo diferentes condiciones de almacenamiento. (Lote 88065)

TRATAMIENTOS					GERMINACION (%) ***				
No.	TEMP. °C	CH %	BIOCIDAS *	EMPAQUES **	DIAS DE ALMACENAMIENTO				
					0	60	180	300	420
1	20	10.3	-	A1	98	94	12	12	0 d
2	20	7.9	-	A1	94	96	92	94	89 a
3	2	10.3	-	A1	98	95	70	43	26 bc
4	2	7.9	-	A1	94	96	87	94	93 a
5	20	10.3	V	A1	94	91	1	0	0 d
6	20	7.9	V	A1	94	98	88	85	93 a
7	2	10.3	V	A1	94	96	89	44	20 c
8	2	7.9	V	A1	94	98	95	93	92 a
9	14 ± 2	10.3	-	A1	98	93	30	0	0 d
10	14 ± 2	7.9	-	A1	94	97	91	94	38 b
11	14 ± 2	10.3	V	A1	94	93	40	12	1 d
12	14 ± 2	7.9	V	A1	94	95	96	87	6 d

* (V) Vitavax 300

** Bolsas de papel aluminio, selladas al calor

*** Promedios seguidos de letras iguales indican que no hay diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, 0.05).

En cuanto al comportamiento del contenido de humedad de las semillas durante el almacenamiento, se observa en el Cuadro 14, que ésta varió levemente y que aquellos tratamientos con menor humedad inicial la mantuvieron por debajo del 7.8 %. Mientras los tratamientos con mayor humedad inicial presentaron mayor variación durante el almacenamiento (de 10.8 a 9.03 %).

Cuadro 14. Variación del contenido de humedad (%) durante el almacenaje de *C. gerascanthus*

CONTENIDO DE HUMEDAD						GERMINACION
DIAS DE ALMACENAMIENTO						FINAL * (%)
Trat. No.	INICIAL	60	180	30	420	(420 DIAS)
1	10.3	9.42	9.58	9.23	9.25	0 d
2	7.9	7.53	7.46	6.60	7.33	89 a
3	10.3	9.35	9.39	9.40	9.70	26 bc
4	7.9	7.71	7.66	7.28	7.41	93 a
5	10.3	9.40	10.25	9.71	9.60	0 d
6	7.9	7.01	7.60	7.81	7.29	93 a
7	10.3	9.52	9.40	9.87	9.03	20 c
8	7.9	7.28	7.24	7.28	7.58	92 a
9	10.3	9.58	9.74	9.22	9.30	0 d
10	7.9	7.28	8.24	8.42	9.17	38 b
11	10.3	9.76	9.86	10.81	9.53	1 d
12	7.9	7.16	8.82	9.31	9.11	6 d

* Las letras diferentes indican diferencias significativas entre tratamientos (Tukey, 0.05)

6.- *Sterculia apetala* (Jacq) Karst (Panamá)

Esta semilla tiene la característica de tener alto contenido de humedad en cosecha y de almidón; por lo tanto, su higroscopicidad es alta. Por la baja cantidad de lípidos, en especial de ácidos grasos no saturados, es una semilla relativamente fácil de almacenar (Triviño et al., 1990).

El Cuadro 15 presenta los resultados de germinación después de 90 días de almacenamiento bajo las siguientes condiciones: dos rangos de temperatura (5 y 20 °C), dos contenidos de humedad (11.9 y 13.8 %), aplicación de Vitavax 300 como biocida y dos tipos de empaques

(bolsas de aluminio y recipientes plásticos con tapa rosca y arena esterilizada y seca).

Cuadro 15. Germinación de semilla de *S. apetala* bajo diferentes condiciones de almacenamiento.

No.	TRATAMIENTOS				GERMINACION (%) ***	
	TEMP.	CH	BIOCIDAS	EMPAQUE	DIAS DE ALMACENAMIENTO	
	°C	%	*	S **	0	90
1	20	13.63	V	A1	44	35.0 ab
2	20	11.98	V	A1	35	45.0 a
3	20	13.63	-	A1	44	42.5 a
4	20	11.98	-	A1	35	32.5 ab
5	5	13.63	-	A1	44	30.0 ab
6	5	11.98	-	A1	35	27.5 ab
7	5	13.63	V	A1	44	30.0 ab
8	5	11.98	V	A1	35	25.0 ab
9	20	13.63	V	TA	44	37.5 ab
10	20	11.98	V	TA	35	22.5 ab
11	20	13.63	-	TA	44	35.0 ab
12	20	11.98	-	TA	35	30.0 ab
13	5	13.63	-	TA	44	30.0 ab
14	5	11.98	-	TA	35	32.5 ab
15	5	13.63	V	TA	44	12.5 b
16	5	11.98	V	TA	35	17.5 b

* (V) Vitavax 300

** Tipos de empaques: (A1) Bolsa de papel aluminio y (TA) Recipientes plásticos con tapa rosca, color blanco con arena esterilizada y seca

*** Los promedios seguidos por la misma letra no revelan diferencias significativas según la prueba Tukey al nivel del 5%.

En general se observó la tendencia que a mayor temperatura de almacenamiento se consiguió mantener la viabilidad de la semilla durante 90 días, independiente del contenido de humedad; éste último, por tener una diferencia tan pequeña (1.6 %) no representó tener algún efecto en la germinación. Las bolsas de aluminio registraron una germinación ligeramente superior (33.4%) a la obtenida en envase plástico (27.1 %), pero sin representar una diferencia significativa.

7.- *Tabebuia rosea* (Bertol), DC (Cortés)

La semilla tiene testa alada, formada por dos capas reconocibles (integumento interno y

externo) delgadas; el interno contiene lípidos y proteínas abundantes, lo que hace que la semilla presente signos macroscópicos de oxidación, traducidos en coloraciones amarillentas de los tejidos cotidionales al someterla a condiciones inadecuadas de almacenamiento o mantenerla al ambiente. Además, estas delgadas capas permiten una fácil deshidratación al ambiente o en estufa. (Triviño et al., 1990).

Aparte de lo anterior, es una especie muy susceptible al ataque de hongos (*Fusarium* sp., *Pestalotia* sp., *Nogrospora* sp.) y en algunas procedencias se ha detectado ataque de ácaros (Triviño et al., 1990).

El contenido de humedad de la semilla se redujo utilizando estufas y al ambiente de Bogotá. Se observó un alto contenido de humedad de cosecha y una fácil deshidratación de la semilla, siendo más eficiente y rápido el secado en estufa (ver Cuadro 16).

Cuadro 16. Comportamiento del contenido de humedad de *T. rosea*

Lote Años	Tipo de Secado	C H		Días de Secado	Tasa diaria Descenso
		Inicial	Final		
87	Ambiente (14 ± 2)	28.65	12.30	6.0	2.72
	Estufa (25 ± 2)	12.30	7.14	0.6	8.6
88	Ambiente (14 ± 2)	18.63	7.23	1.6	7.12

Por lo expuesto anteriormente, la semilla de esta especie se sometió a diferentes condiciones de almacenamiento, considerando dos temperaturas extremas (5 y 20 °C), dos contenido de humedad (7.1 y 8.8 %) y la aplicación de el biocida Vitavax 300. El empaque utilizado fue bolsas de polietileno transparente de calibre 0.08 (ver Cuadro 17).

En forma general, se observó que la temperatura de almacenamiento y la aplicación del biocida Vitavax 300 fueron determinantes en la germinación de la semilla después de 360 días, ya que presentaron los valores más altos y diferencia significativa con los demás. Esto confirma la necesidad de utilizar fungicidas a la semilla antes de su almacenamiento para no permitir infecciones durante el almacenamiento ni en el período de germinación. Los valores de germinación sin el biocida son sustancialmente inferiores.

Cuadro 17. Germinación de semilla de *T. rosea* bajo diferentes condiciones de almacenamiento (Lote 87) durante 360 días.

TRATAMIENTOS					GERMINACIÓN (%) *** DÍAS DE ALMACENAMIENTO										
No.	Temp. (°C)	CH (%)	Blocidas *	Empaques **	0	30	90	120	150	210	270	360	420	510	
1	20	7.1	V	P8	95	92	84	87	92.7	92	75	83 a	42	6	
2	5	7.1	V	P8	95	90	72	92	91.0	63	55	14 de	8	2	
3	20	8.8	V	P8	97	91	76	88	91.0	86	82	75 a	40	7	
4	5	8.8	V	P8	97	93	48	90	87.0	77	51	25 d	12	4	
5	20	7.1	-	P8	99	88	79	82	84.5	78	59	43 c	23	6	
6	5	7.1	-	P8	99	81	58	74	56.0	64	21	1 f	3	0	
7	20	8.8	-	P8	86	91	31	78	86.7	66	55	58 b	33	7	
8	5	8.8	-	P8	88	86	77	66	83.0	53	20	2 ef	1	0	

* (V) Vitavax 300

** (P8): Bolsa de polietileno transparente calibre 0.08

*** Los promedios seguidos por letras iguales no presentan diferencias significativas entre tratamiento (Tukey 0.05).

Cuadro 18. Variación del contenido de humedad durante el almacenaje de *Tabebuia rosea*

TRATAMIENTOS No.	CONTENIDO DE HUMEDAD (%)											GERMINACION A LOS 420 DIAS %
	DÍAS DE ALMACENAMIENTO											
	Inicial	30	90	120	150	210	270	360	420	510		
1	7.1	9.24	6.52	6.16	6.55	6.32	5.51	6.70	7.12	7.12	7.12	42
2	7.1	9.69	6.81	8.49	8.84	9.42	9.00	9.28	8.81	7.09	7.09	8
3	8.8	9.33	6.79	6.18	6.20	5.01	5.52	7.46	7.09	7.65	7.65	40
4	8.8	8.78	7.18	8.32	8.89	9.25	9.33	9.21	8.14	7.45	7.45	12
5	7.1	9.63	8.91	6.14	6.05	6.43	5.06	6.84	7.65	8.81	8.81	23
6	7.1	10.16	8.24	9.81	9.67	9.44	9.44	9.34	8.48	8.14	8.14	3
7	8.8	8.88	9.08	6.52	6.72	5.48	6.12	6.95	7.45	8.48	8.48	33
8	8.8	9.81	9.26	9.31	9.40	9.28	8.80	9.75	8.17	8.17	8.17	1

Los contenidos de humedad probados, aparentemente no tuvieron influencia sobre la germinación después de un año, tal vez por su estrecho rango de diferenciación. Esto se puede observar en el Cuadro 18, en donde se indica la variación del contenido de humedad en los diferentes tratamientos a través del tiempo de almacenamiento. Las variaciones no siguen un patrón determinado y llegan a ser tan altas, del orden de 37 %, que esto explica la poca influencia de este factor en el almacenamiento.

V.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1.- *Bombacopsis quinata*: los frutos deben empacarse en bolsas de tela; extraer la semilla manual o mecánicamente de la lana; presecar la semilla a la sombra, a temperatura ambiente y aplicar Vitavax 300 o Lorsban en proporción de 7 a 10 g por kg de semilla. Secar la semilla hasta un contenido de humedad entre 7 y 8 % y almacenarlas a una temperatura entre 14 y 20 °C. Con esto, se puede mantener su viabilidad por un año.

2.- *Calophyllum mariae* Camb.: transportar la semilla sin extraer el pericarpio para mantener la humedad alta de cosecha. Se recomienda la aplicación de fungicidas al fruto para su transporte y evitar necrosis. El contenido de humedad para el almacenamiento debe fluctuar entre 25 y 25 %; conservarla a una temperatura de 20 °C.

3.- *Cariniana pyriformis*: No se recomienda el uso del antioxidante G-50 por su efecto tóxico sobre la semilla. Secar la semilla hasta alcanzar un contenido de humedad entre 7 y 8.5 %, empacarla en bolsas de aluminio o polietileno calibre 0.08 de color negro para evitar el efecto de la luz. Aplicar una bactericida como Bananol a una dosis de 20 cc por 100 litros de agua y sumergir la semilla durante 10 minutos. La temperatura de almacenamiento debe estar entre 14 y 20 °C.

4.- *Cordia alliodora* L.: debido al alto contenido de humedad de cosecha de la semilla, se recomienda bajarla entre 8 y 9 % tan pronto se recolecte; este secado debe realizarse a la sombra para no afectar el proceso de postmaduración. Almacenar a una temperatura de 5 °C, 8.5 % de contenido de humedad, en bolsas de aluminio y tratadas con Vitavax como biocida preventivo.

5.- *Cordia gerascanthus* L.: transportar los frutos y semillas en sacos de lona. Secar

al ambiente bajo sombra, con temperaturas entre 20 y 25 °C, para llevar su contenido de humedad a 7 % y almacenarlas a 20 °C en empaque de aluminio selladas al calor.

6.- *Sterculia apetala* (Jacq) Karst: recolectar fruto y secarlo bajo sombra para extraer semilla. Secarla hasta un contenido de humedad de 12 % y almacenarla a 20 °C en envases herméticos y/o humedades relativas bajas.

7.- *Tabebuia rosea* (Bertol) DC: secar los frutos cerrados a la sombra; separar la semilla y secar hasta un contenido de humedad de 6 a 8 %; aplicar el biocida Vitavax 300, empacar en bolsas de aluminio o polietileno calibre 0.08 y almacenar a 20 °C.

VI.- BIBLIOGRAFIA

CONIF. 1989. Informe Final. Proyecto Mejoramiento de Semillas y Fuentes Semilleras en Colombia. Col. 3-P-85-0009. CONIF-INDERENA-CIID. Bogotá, Colombia. (mimeografiado). 63 p.

HOLDRIDGE, L. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.

TRIVIÑO, T y JARA, L.F. 1990. Memorias Seminario Taller sobre Investigaciones en Semillas Forestales, Bogotá, octubre de 1988. CONIF, Serie de Documentación No.18. Bogotá, Colombia. 176 p.

TRIVIÑO, T. *et al.* 1990. Técnicas de manejo de semillas para algunas especies forestales neotropicales en Colombia. Proyecto Mejoramiento de Semillas y fuentes semilleras en Colombia, CONIF-INDERENA-CIID. CONIF, Serie de Documentación No. 19, Bogotá, Colombia. 91 p.

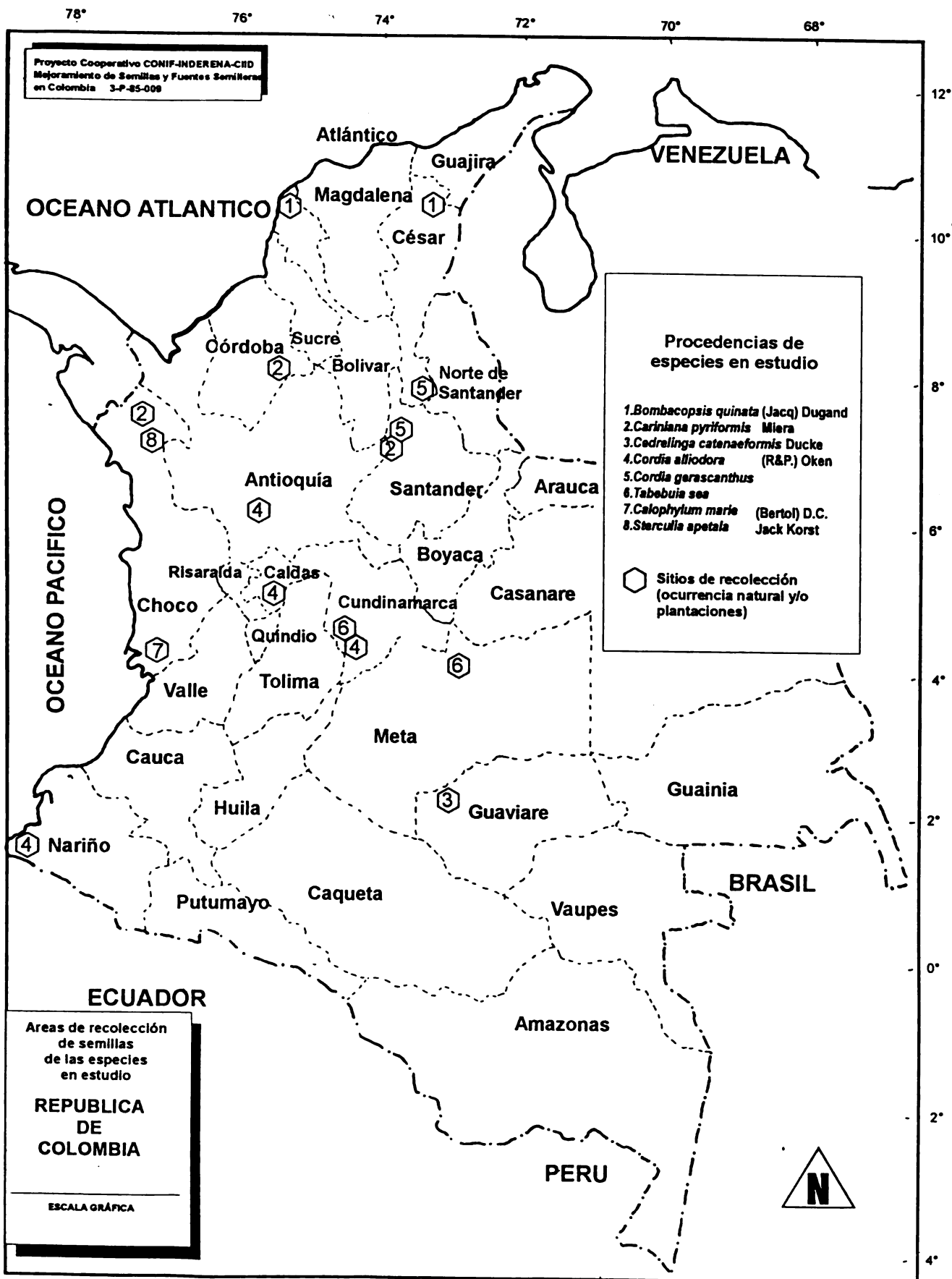


Figura 1: Localización de las procedencias de las especies estudiadas

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 semilla, se producen y almacenan reservas en el endosperma (monocotiledoneas) o los cotiledones (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.

sintetizan 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:

- 1° Proceso de absorción rápido, puramente físico e indiferente de la viabilidad de la semilla.
- 2° Fase estacionaria
- 3° 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 permeables 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 citoquiminas, compuestos que estan 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%.**

4.1.5 Tiourea

Este compuesto se ha empleado para estimular la germinación de algunas semillas latentes, particularmente aquellas que no germinan en la oscuridad o que requieren tratamientos de estratificación húmeda y en frío, **como tratamiento se emplean soluciones acuosas del 0.3 al 0.5%.**

Este compuesto nitrogenado inhibe el crecimiento aunque estimula la germinación, por tanto resulta conveniente remojar las semillas por 24 horas y luego enjuagarlas en agua.

4.2 INHIBIDORES

El inhibidor de la germinación más conocido es el ácido abscísico (ABS), presente endogenamente en todas las semillas. Esta presente en frutos en cantidades suficientemente altas como para inhibir la germinación, ocasionalmente se encuentra en la cubierta de las semillas (caso de *Pinus pinea*), por lo que se cree que juega un papel ecofisiológico en la dormancia de las semillas.

Durante la maduración de la semilla bajan progresivamente sus niveles. Existe un delicado equilibrio entre promotores e inhibidores, (principalmente ABS). **Artificialmente es factible desequilibrar estos compuestos en favor de la germinación, con la aplicación de giberelina o sometiendo la semilla a estratificación.**

La mayoría de los frutos carnosos o sus jugos inhiben de una manera poderosa la germinación. En frutos secos la inhibición se puede presentar por compuestos presentes en las cubiertas. Estos compuestos juegan un papel biológico de importancia al impedir la germinación prematura cuando la semilla aún se encuentra en la planta madre, pueden ser compuestos de amoniaco, eter, fenoles presentes en las cubiertas o en el endosperma y pueden permanecer activos aún durante la etapa de germinación aunque por naturaleza son parte del control de germinación que interviene en el letargo de las semillas. En algunas plantas el tratamiento con citoquininas supera los efectos de los inhibidores, aunque en la mayoría de los casos aún no se conocen los mecanismos de acción. Muchos de los tratamientos de remojo en agua ayudan a diluir el ABS al igual que los lavados previos a la siembra con detergentes. **Como tratamientos pregerminativos se utilizan la lixiviación por inmersión y lavado con**

abundante agua o la escarificación mecánica (remoción de cubiertas).

Naturalmente estas sustancias inhibidoras son eliminadas por las lluvias abundantes. Una lluvia ligera e insuficiente no elimina dichos compuestos y por lo tanto se mantiene la inhibición, por esta razón a esta sustancia se le ha denominado "Pluviómetro químico".

Una manera práctica de determinar, inhibidores presentes en la testa es la remoción de estos para preparar un macerado disuelto en agua destilada para riego de la semilla. Si se compara la respuesta de la germinación frente a un testigo regado con agua corriente, se puede determinar su presencia.

Para promover la germinación de semillas de especies con inhibidores químicos o bioquímicos, se puede proceder a la siembra de embriones.

EMBRIONES RUDIMENTARIOS

La maduración de algunas semillas no se desarrolla simultáneamente con el crecimiento del embrión. A su término el embrión esta morfológicamente incompleto, aunque se encuentra con un endospermo con la cantidad adecuada de reservas nutricionales. Semillas con embriones rudimentarios son comunes en especies tropicales. Por ejemplo en la palma africana, el embrión puede crecer aún por periodos de varios años.

Algunas especies de fraxinus requieren para el crecimiento del embrión algunos periodos de frío, luego de los cuales el embrión crece al menos el doble de su longitud.

Como tratamiento pregerminativo se utilizan temperaturas altas 38 -40°C, lo cual reduce el periodo de crecimiento del embrión o su separación con lo que se logra un desarrollo muy rápido del mismo. *Annona scumosa* requiere al menos tres meses para culminar su crecimiento.

PRESENCIA DE CAPAS FISIOLÓGICAMENTE ACTIVAS

Muchas semillas recién colectadas presentan cubiertas fisiológicamente activas, esta actividad tiende a desaparecer con el tiempo, especialmente si se almacenan en medio seco. Estas

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 semillas en agua corriente por 24 horas.

MYRCIA POPAYANENSIS

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

MYROXYLON BALSANUM

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

NECTANDRA ACUTIFOLIA

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

NECTANDRA 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.

PLYCHARDIA 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 50 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.

SIMMONDSIA CHINENSIS

1. Sin tratamiento previo.

SOLANUM QUITOENSE

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

STRYPHNODRDRON EXCELSUM

1. Listado de la semilla más 24 horas de remojo en agua.
2. Corte con tijera más 24 horas de remojo en agua.

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 semillas manualmente con tijera de podar 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 48 horas.

BIBLIOGRAFIA

BIANCHETTI, A. 1989 Tratamiento pregerminativo de sementes florestais. EMBRAPA. 2° 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 *Sprtryphnodendron 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 Gybberellin biosynthesis and the release of bound Gibberelin in the post-chillin accumulation of Gibberelin plants. Vol. 13/No.2.

TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS

*Lic. Marta Padilla M.**

GENERALIDADES

Las semillas de muchas especies arbóreas germinan cuando se las somete a condiciones de humedad y temperaturas favorables. En otros casos, poseen un determinado grado de latencia de la semilla. Cuando existe latencia, la regeneración artificial exige alguna forma de tratamiento previo de la semilla, a fin de obtener una tasa de germinación razonablemente alta y en poco tiempo.

Los beneficios que se derivan del tratamiento previo son:

- Ahorro de semilla, tiempo y espacio en el semillero
- Período predecible y concentrado de transplante
- Densidad más uniforme en el vivero.

El hecho de tratar o no una especie dependerá no sólo de la especie, sino también de la procedencia, el año de fructificación, las condiciones del vivero local y la duración y condiciones del almacenamiento.

TIPOS DE LATENCIA

La latencia puede ser de varios tipos distintos y a veces la misma semilla presenta más de un tipo. La clasificación más sencilla es:

- Latencia exógena o del pericarpo/cubierta seminal
- Latencia endógena o del embrión
- Latencia combinada en la que la latencia afecta al mismo tiempo a la cubierta seminal y al embrión

* Centro de Semillas y Mejoramiento Genético, Nicaragua.

Existen otras clasificaciones más pormenorizadas de la latencia de la Núkolaeva (1977) la han aplicado en forma simplificada; Gordón y Rone (1982) a las semillas de árboles y arbustos latifoliados de la zona templada. Estos autores distinguen los siguientes tipos de latencia.

Latencia exógena

Física. Es decir, impermeabilidad de la cubierta o el pericarpio al agua

Química. Es decir, inhibidores en el pericarpio o la cubierta

Mecánica. Es decir, resistencia mecánica del pericarpio o la cubierta al crecimiento del embrión.

Latencia endógena (morfológica)

Morfológica. Es decir, subdesarrollo del embrión

Fisiológica

Es decir, mecanismo fisiológico inhibidor que impide la germinación.

Superficial mecanismo inhibidor débil

Intermedia mecanismo inhibidor intermedio

Profunda mecanismo inhibidor fuerte

Latencia combinada morfofisiológica

- Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibidor fuerte
- Combinación de subdesarrollo del embrión con mecanismo fisiológico inhibidor fuerte del crecimiento del epicótilo.

Latencia combinada exógena/endógena.

Diversas combinaciones de latencia de la cubierta o el pericarpo con latencia fisiológica endógena.

En los trópicos más secos es frecuente la latencia de la cubierta de la semilla y es necesario algún tipo de tratamiento previo para obtener una germinación rápida y uniforme. Existen tanto la latencia física debido a la presencia de cubiertas o pericarpos duros con unas capas cutinizadas que son impermeables al agua, como la latencia química, que se debe a la presencia de sustancias químicas inhibitoras en el revestimiento de la semilla, es probable que a veces ambos tipos de latencia se den simultáneamente en la misma semilla. No obstante suele ser difícil diferenciar un tipo de otro, pues los tratamientos que ablandan la cubierta, como por ejemplo el agua caliente al mismo tiempo lixivian automáticamente los inhibidores.

- Remojado en agua

Varios tratamientos comprenden el remojado de las semillas en agua u otros líquidos. Estos tratamientos en húmedo combinan a veces dos efectos, el de ablandar la cubierta dura y el de extraer por lixiviación los inhibidores químicos. Algunas semillas que tienen poca resistencia a la germinación pueden responder bien al remojado durante 24 horas en agua a temperatura ambiente.

La teca se le aplica el tratamiento de remojado y secado, esta especie probablemente presenta latencia física y química al mismo tiempo.

El tratamiento con agua caliente ha dado buenos resultados en varias semillas de leguminosas. Por lo general se colocan las semillas en agua hirviendo (100°C) y se dejan enfriar en la misma, luego se cambia el agua por agua corriente durante 24 horas.

La relación adecuada entre el volumen de agua y el volumen de semillas se ha sugerido sea de 5-10 veces mas de agua. Algunas especies responden mejor a una temperatura inicial bastante inferior a la de ebullición como por ejemplo *Leucaena* a 85°C durante 5 minutos. Las instrucciones sobre el tratamiento de las semillas con agua caliente para eliminar la latencia de la cubierta deben observarse meticulosamente, pues de lo contrario las semillas pueden morir debido a un calentamiento excesivo.

- Tratamiento con ácidos

La sustancia química que más se utiliza para romper la latencia de la cubierta es el ácido sulfúrico concentrado. En algunas especies es más eficaz que el agua caliente.

- Métodos biológicos

En la naturaleza, los animales y microorganismos son un factor importante a la hora de romper la impermeabilidad de la cubierta seminal. Aunque resulta difícil utilizar a esos microorganismos como un tratamiento previo y controlado de las semillas, en algunos casos se han obtenido resultados satisfactorios.

- Calor seco y fuego

La radiación solar no se utiliza por sí sola para promover la germinación, pero es un componente importante del tratamiento que consiste en alternar remojado y secado.

En los trópicos que son estacionalmente húmedos y secos, el fuego es un poderoso factor natural para eliminar la latencia de la cubierta. Un fuego fuerte mata las semillas, pero un fuego entre leve y moderado, como los que se asocian con la combustión temprana controlada, reduce la impermeabilidad de la cubierta y estimulan la germinación. El fuego se ha utilizado en varios países para estimular la germinación de Tectona (Laurie, 1974). A veces se extienden los frutos en el suelo, en una capa gruesa y se cubren con hierba a la que se le prende fuego, o también se pueden chamuscar ligeramente los frutos con una pistola de llama. Ajustar el calor del fuego para conseguir el máximo efecto en el pericarpio sin dañar el embrión de la semilla es una operación que requiere experiencia.

TRATAMIENTOS ESPECIALES PARA ROMPER LA LATENCIA MECANICA

La cubierta gruesa y dura, aunque permeable al agua, de la semilla que presenta latencia mecánica impide el crecimiento del embrión aun cuando permita la libre imbibición de agua. Esta obstrucción mecánica a la germinación puede eliminarse mediante un período de tratamiento con "calor húmedo" cuya duración varía según la especie de que se trate.

Cabe señalar que el tratamiento con calor húmedo para eliminar la latencia mecánica es el mismo que utiliza para romper la latencia morfológica (subdesarrollo del embrión).

TRATAMIENTOS PARA ROMPER LA LATENCIA DEL EMBRION O ENDOGENA

La latencia endógena se da tanto entre las semillas ortodoxas como entre las recalcitrantes. Esta comprende los casos de embriones que están morfológicamente subdesarrollados en el momento en que se separan del árbol padre y para poder germinar necesitan completar después su crecimiento. Comprende también los casos de embriones que están morfológicamente maduros en el momento de la dispersión o recolección de la semilla pero son fisiológicamente incapaces de germinar si no se producen determinados cambios bioquímicos, aún mal conocidos.

LATENCIA MORFOLOGICA

Las semillas cuyos embriones están subdesarrollados en el momento de la dispersión o recolección no germinan hasta que esos embriones han tenido tiempo suficiente para madurar.

Lo más frecuente para que los embriones se desarrollen suficientemente y pueda tener lugar la germinación, se precisa un período de tratamiento previo con calor húmedo. El tratamiento que se recomienda (Gordon y Rowe 1982) es el mismo que está indicado en el caso de la latencia mecánica.

TRATAMIENTOS PARA ROMPER LA LATENCIA DOBLE

Algunas especies poseen más de una forma de latencia al mismo tiempo. El tratamiento previo para romper solamente uno de los tipos de latencia será muy poco eficaz a menos que le siga un segundo tratamiento previo par eliminar el otro tipo.

A veces la latencia física de la cubierta está combinada con una latencia fisiológica del embrión. En este caso debe tratarse en primer lugar la cubierta, por ejemplo por escarificación y puede aplicarse en enfriamiento en húmedo para romper la latencia del embrión.

IMPLEMENTACION DE REGISTROS NACIONALES DE FUENTES SEMILLERAS

*Francisco Mesén**

INTRODUCCION

Con el inicio del Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) en el CATIE en 1992, se inició la firma de cartas de entendimiento con los organismos rectores de la actividad forestal en los países de América Central y República Dominicana. El objetivo central de dichos convenios es contribuir a 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 ha venido desarrollando una serie de acciones conjuntas de promoción, capacitación, asistencia técnica e investigación en el campo de las semillas forestales.

Uno de los componentes centrales de las cartas de entendimiento es la creación de un Registro Nacional de Fuentes Semilleras, donde se incluyen y describen las mejores fuentes en cada país. Son muchas las ventajas de contar con un registro de este tipo, entre las cuales se pueden mencionar las siguientes:

- i) Se contaría con un inventario nacional de las mejores fuentes semilleras, facilitando el ordenamiento en la producción y utilización de semillas de mejor calidad.
- ii) Los usuarios se irían familiarizando con los números de las fuentes semilleras que se comportan mejor en su sitio de plantación, y se facilitaría la obtención de esas mismas fuentes en años posteriores.
- iii) Se contribuiría a alcanzar una mejor zonificación del país ya no sólo a nivel de especie sino a nivel de fuente dentro de la especie, resultando en una mayor calidad de las plantaciones forestales en general.

* Genetista forestal, PROSEFOR

Además, el registro podría servir de base para el desarrollo de eventuales programas de certificación forestal, como el que actualmente desarrolla la Oficina Nacional de Semillas (ONS) en Costa Rica (ver Guevara 1994; Guevara y Mesén 1994).

EL REGISTRO NACIONAL DE FUENTES SEMILLERAS

El Registro Nacional de Fuentes Semilleras es un archivo que mantiene el banco oficial de semillas de cada país, donde se indica el número de la fuente, la clasificación (ver sección siguiente), el tipo de rodal (natural o plantado), 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 único. Se espera que los usuarios se vayan familiarizando con este número, de manera que si la semilla de una fuente en particular presenta buenos resultados en el sitio de plantación, el usuario pueda seguir utilizándola en años sucesivos con sólo 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 *Tectona grandis* y el 24 a *Cupressus lusitanica*. 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 operan en un país colectan semilla de una misma área semillera, todos venderían 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 fuentes.

Los distintos comercializadores de semillas que operan en el país podrán solicitar al banco nacional de semillas la inscripción de sus fuentes en el registro y la asignación del número nacional de fuente semillera, el cual se utilizará en lo sucesivo para identificar ese lote de semilla en particular.

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

Requisitos para la obtención de un número nacional de fuente semillera

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

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 o manejada para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y manejada intensivamente para aumentar la producción de semilla 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 genéticos¹ 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.

1 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.

Huertos semilleros no comprobados

Este es un huerto similar al anterior, pero que no ha sido sometido 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 sometido los padres garantiza una ganancia genética superior a la de otros tipos de fuente semillera, tales como los rodales semilleros y las fuentes seleccionadas o identificadas. Por ese motivo es 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.

Rodales Semilleros

Los rodales semilleros pueden ser plantados o naturales, aislados o manejados para reducir contaminación de polen de árboles inferiores y que han sido sometidos a aclareos de mejoramiento para dejar 75-200 árboles por hectárea con características fenotípicas apropiadas (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 haya alcanzado el estado de fructificación. El rodal semillero debe tener un área mínima de 1 ha; grupos más pequeños o árboles en hileras no pueden ser considerados como rodales semilleros.

Los rodales semilleros pueden ser desarrollados a partir de:

- i) rodales naturales
- ii) plantaciones comerciales
- iii) plantaciones piloto, parcelas de validación
- iv) 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.

Fuentes Seleccionadas

Estas 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 aún 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 1 ha e igualmente, una densidad tal que permita obtener un mínimo de 75 árboles por hectárea, con al 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.

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 encuentran típicamente:

- i) parcelas experimentales representadas por un número limitado de individuos,
- ii) pequeños bloques de plantación,
- iii) ensayos genéticos o silviculturales de poca extensión,

- iv) 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 semilla 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.

CONCLUSIONES

Para la creación de los registros nacionales de fuentes semilleras, personal de los bancos de semillas de Centro América y República Dominicana viene 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 mejores fuentes existentes en cada 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 han sido descritas utilizando los mismos criterios y de acuerdo a una clasificación común.

BIBLIOGRAFIA

- GUEVARA AL. (1994) Programa de certificación de semillas y plantas de vivero de especies forestales en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales 7:10-11. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- GUEVARA AL, MESEN JF. (1994) Avances en el programa de certificación forestal en Costa Rica. Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales 8:15-18. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- ZOBEL B, TALBERT J. (1984) Applied Forest Tree Improvement. John Wiley & Sons, New York. 505 p.