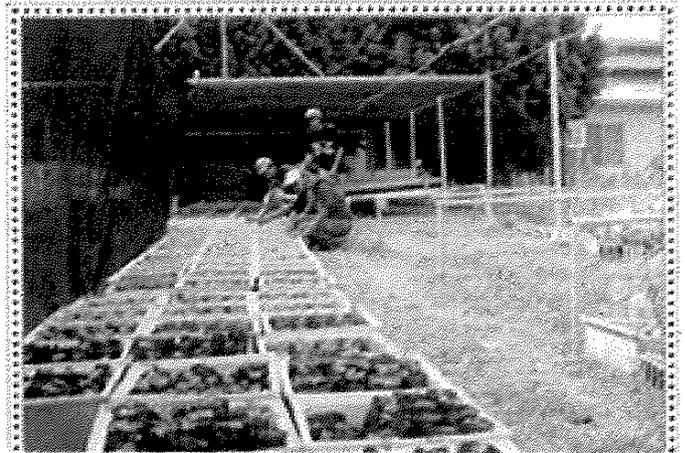
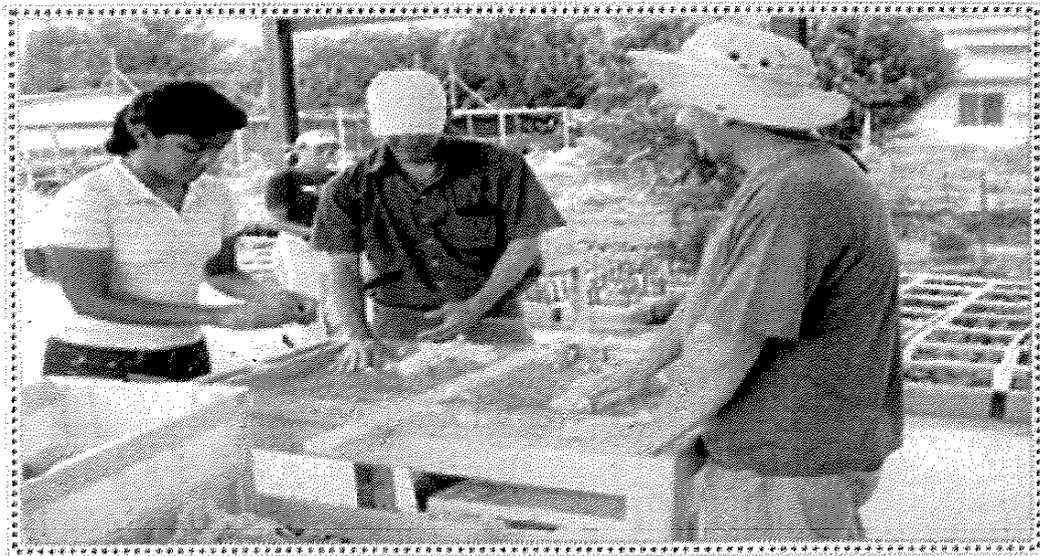
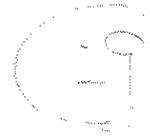


MANUAL de VIVEROS FORESTALES



Manual de VIVEROS FORESTALES



Autoridad Nacional del Ambiente – ANAM
Agencia de Cooperación Internacional del Japón – JICA
Proyecto de Desarrollo Técnico de la Conservación de los Bosques -
CEMARE

Río Hato, Panamá
- 2000-

Autoridad Nacional del Ambiente - ANAM -
Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA -

Todos los derechos reservados.

Proyecto de Cooperación Técnica entre el Gobierno de Panamá y el
Gobierno de Japón, denominado *Proyecto de Desarrollo Técnico de la
Conservación de los Bosques - CEMARE* - ejecutado en el Centro
para el Desarrollo Sostenible - CEDESOS -

Prohibida la reproducción parcial o total de esta obra por cualquier medio electrónico, audiovisual y escrito sin autorización de la
Autoridad Nacional del Ambiente y Agencia de Cooperación Internacional del Japón.

Manual elaborado por:

Autores: Eduardo Aguilar, Kenichi Takano, José Carrión.

Contribuyeron con trabajos e información : Expertos Japoneses y funcionarios de la ANAM que participaron en el Proyecto.

Colaboración : Bolivar Navas, Durkein Martinez, Amargit Gisell Pinzón Montenegro

Revisión de texto : Eric Fernando Rodriguez Rivera.

Fotos : Kenichi Takano, Eduardo Aguilar, Durkein Martinez, Amargit G. Pinzón M.

Dibujos : Rigoberto Morales M.

Impreso en Prestocopias S.A

Este Manual fue financiado por la Agencia de Cooperación Internacional del Japón - JICA-

Publicado por el Proyecto *Desarrollo Técnico de la
Conservación de los Bosques - CEMARE*.

Río Hato, Panamá
- 2000 -

CONTENIDO

	Páginas
1. INTRODUCCION	1
2. LA SEMILLA	2
2.1. Selección De Arboles Semilleros	3
2.2. La Recolección De Semillas Forestales	5
2.3. Sistemas De Recolección De Semillas Forestales	6
2.3.1. Sistema de Recolección por Escalera	6
2.3.2. Sistema de Recolección por Espolones	7
2.3.3. Sistema de Recolección del Suelo	7
2.3.4. Sistema de Recolección con Tijera Podadora	8
2.3.5. El Proceso de Recolección	9
2.4. Procesamiento y Almacenamiento	10
2.5. El Proceso de Germinación	13
2.5.1. Definición	13
2.5.2. La Germinación	13
2.5.3. Desarrollo Físico de la Semilla	14
2.5.4. Período de Duración de la Germinación	14
2.6. Los Tratamientos Pregerminativos	15
2.6.1. Latencia	15
2.6.1.1. Latencia Física	15
2.6.1.2. Latencia Fisiológica	15
2.6.2. Tratamientos Pregerminativos de Semillas	16
2.6.2.1. Tratamiento Mecánicos	16
2.6.2.2. Uso de Agua	17
2.6.2.3. Otros Tratamientos Pregerminativos	17
3. MANEJO DE FUENTES SEMILLERAS	20
3.1. Fuentes Semilleras	20
3.1.1. Arbol Semillero o Sistema de Arbol Padre	20
3.1.2. Huertos Semilleros	22
3.1.2.1. Clasificación de los Huertos Semilleros	22
3.1.3. Rodales Semilleros	32
3.1.3.1. Selección de Rodales	32
3.1.3.2. Establecimiento y Manejo de Rodales Semilleros	32
3.1.3.3. Aislamiento	34
3.1.3.4. Inventario del Rodal	34
3.1.3.5. Registros	34
3.1.3.6. Selección Entre los Rodales	35
3.1.3.7. Selección Dentro del Rodal	35
3.1.3.8. Producción y Cosecha de Semillas	36
4. VIVERO	38
4.1. Objetivos del Vivero	38
4.2. El Vivero	38

4.2.1. Beneficios directos	38
4.2.2. Beneficios indirectos	39
4.3. Elección de las Especies	39
4.4. Establecimiento del Vivero	40
4.4.1. Consideraciones para el establecimiento del vivero.	40
4.4.2. Tipo de vivero	41
4.4.2.1. Vivero Familiar	41
4.4.2.2. Vivero Comunal	41
4.4.3. Elección del Sitio	43
4.4.4. Construcción del Vivero	44
4.4.5. Tipos de Germinadores	44
4.4.6. Camellón . Bancales o Camas de Crecimiento	46
4.4.7. Platabandas	47
4.5. La Siembra	47
4.5.1. Siembra en Germinadores	48
4.5.2. Repique	49
4.5.3. Siembra Directa	50
4.6. Preparación del Vivero	51
4.6.1. Preparación de materiales	51
4.6.2. Reacondicionamiento del vivero	51
4.6.3. Herramientas Necesarias	52
4.7. Los Sustratos	53
4.7.1. Adquisición de la Tierra	53
4.7.2. Arena Fina	54
4.7.3. Abonos	54
4.7.4. Mezcla para Sustratos	55
4.8. Bancales o Camas de Crecimiento:	57
4.9. Preparación de Bolsas	57
4.10. Producción de Plantas	59
4.10.1. Producción en Bolsas	59
4.10.2. Producción en contenedores	60
4.10.3. Producción por Pseudoestaca	62
4.10.4. Producción de Raíz Desnuda	62
4.10.5. Calculo del Area Requerida en el Vivero para las Bolsas	63
4.11. Manejo de la Producción.	64
4.11.1. Sombra .	64
4.11.2. Riego	65
4.11.3. Abono o Fertilización	65
4.11.4. Labores de Mantenimiento	66
4.11.5. Endurecimiento	68
4.11.6. Plagas y Enfermedades	69
4.12. Errores Corrientes en los Viveros	80
4.13. Calidad y Entrega de los Plantones	80
5. REPRODUCCION VEGETATIVA	84
5.1. Herramientas	84
5.2. Recolección de Materiales	86
5.2.1. Selección del Arbol Padre	86

5.2.2. Recolección de Ramas o Partes Vegetativas	86
5.3. Reproducción por Estacas	87
5.3.1. Técnicas de Enraizamiento de Estacas	89
5.3.2. Mantenimiento Después de la Siembra	90
5.4. Reproducción por Injertos	91
5.4.1. Objetivos	91
5.4.2. Epoca recomendada para Injertar	91
5.4.3. Preparación de patrón	91
5.4.4. recolección de ramas para Obtener las Yemas para Injertos	92
5.4.5. Técnicas de Injerto	93
5.4.6. Mantenimiento	98
5.4.7. Transplante y Fertilización	99
5.4.8. Transporte y Siembra al Lugar Definitivo	99
5.5. Acodo	100
5.5.1. Acodo aéreo	100
5.5.2. Acodo Terrestre	101

BIBLIOGRAFÍA

VIVEROS FORESTALES

1. INTRODUCCION

El presente material servirá de ilustración a todo el interesado en la producción forestal, principalmente en el área de viveros forestales, sobre diferentes aspectos que se deben tomar en consideración desde el momento en que tomamos la determinación de incursionar en este campo.

Muchos son los aspectos que deben ser considerados, unos guardan estrecha relación con el eje motor para la puesta en marcha de cualquier programa de producción de plantas y de conservación de los recursos genéticos forestales (la semilla), que a su vez encierra una serie de eventos que guardan estrecha relación con la fenología de cada especie forestal, entre los que podemos mencionar el inicio de la floración, la formación, desarrollo y cosecha de frutos y semillas.

Su adecuado procesamiento, almacenamiento y posterior utilización en un programa de producción de plantas, va a requerir de estudio y planificación. Esto a su vez será la garantía de su utilización en futuros programas de reforestación cuyo fin siempre va dirigido a mejorar diversos aspectos del medio en que vivimos, como la conservación del suelo, del agua, de la fauna silvestre; poder establecer zonas de recreo, deportes, educación, etc, que no sólo sirvan para mejorar el entorno en que vivimos, sino además para crear conciencia sobre la importancia del recurso bosque en la vida sobre la tierra.

Poder contar con áreas específicas para la producción de semillas en cada zona que se dedique a la producción forestal a nivel nacional, es una determinante, que debe ser tomado en consideración, por su importancia y rentabilidad. Diversos aspectos se deben tomar en consideración por su importancia en el mejoramiento genético forestal, que tiene su puerta de entrada en el uso de semillas forestales mejoradas, a partir del establecimiento de diversas fuentes semilleras que en un futuro han de garantizar plantaciones forestales con uniformidad de desarrollo, sanas y vigorosas. Esto involucra la reproducción vegetativa y botánica o por semilla de las especies forestales de interés.

En cualquier programa de reforestación el vivero tiene una función primordial, de suma importancia para quien desea tener éxito en la plantación. El vivero tiene la responsabilidad de producir plántones de buena calidad, con el vigor y rusticidad suficiente, a un costo relativamente bajo. Dentro del vivero cada especie forestal tiene un determinado proceso de manejo. Pero algunos aspectos son válidos casi siempre para todas las especies.

Tomar en consideración cada uno de los aspectos a los que se hace mención en este manual, facilitará la labor de todo el interesado en establecer cualquier programa de producción forestal, pues consideramos es esta la base del éxito en cualquier programa de reforestación.

2. LA SEMILLA

La semilla es el sitio de parcial desarrollo del nuevo embrión y el lazo de unión entre generaciones sucesivas. Es además, la estructura que permite la supervivencia y dispersión en diferentes condiciones ambientales, así como una subsiguiente germinación exitosa. Las espermatófitas o plantas con semillas constituyen en la actualidad el grupo más grande y diversificado de plantas. Conocer las características morfológicas de las semillas constituye una herramienta útil para iniciar la identificación de semillas desconocidas, las cuales se presentan con frecuencia durante su recolección, manejo y análisis tanto en el campo forestal como en el agrícola.

Hay una inmensa diversidad en la estructura externa como interna de las semillas que se relacionan en gran parte con sus diferentes estrategias de dispersión y germinación.

En la mayoría de los casos la semilla consta de la cubierta seminal (producto de uno o ambos tegumentos del rudimento seminal), el perisperma (remanente de la nucela), el endosperma (tejido resultante de la fusión entre un espermatozoides y los núcleos polares de una célula central del saco), y el embrión (resultante de la unión de una célula huevo con una célula espermática). El grado en que estos componentes continúan, disminuyen o desaparecen su desarrollo, conducen a algunas de las diferencias estructurales fundamentales entre los diferentes tipos de semillas. La vida de la semilla encierra una serie de eventos biológicos, que comienzan con la floración de los árboles y terminan con la germinación de la semilla madura . El conocimiento de los procesos del desarrollo de las semillas (floración, polinización, desarrollo, maduración, diseminación o forma como se dispersan y la germinación), es básico en cualquier programa de producción vegetal y se conoce como fenología.

La habilidad para estimar correctamente la época de cosecha o maduración de las semillas en los árboles, depende del conocimiento que se tenga acerca del desarrollo de cada especie y se relaciona con los efectos del medio ambiente como la luz, temperatura, humedad y el viento. Para entender un poco mejor los diferentes aspectos que se relacionan con el área de las semillas, es necesario recordar conocimientos generales de la biología y la botánica, que tiene una incidencia directa, en el entendimiento de los fenómenos aplicables al área de la silvicultura.

Figura 1. Estructura de la Semilla

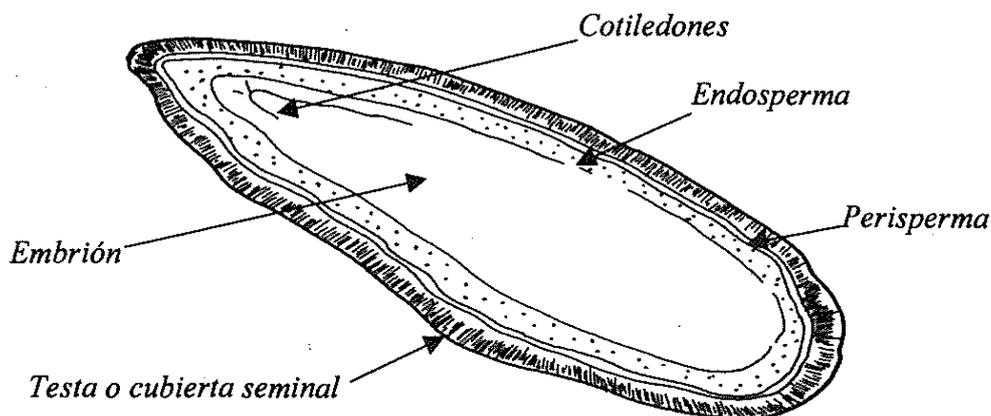
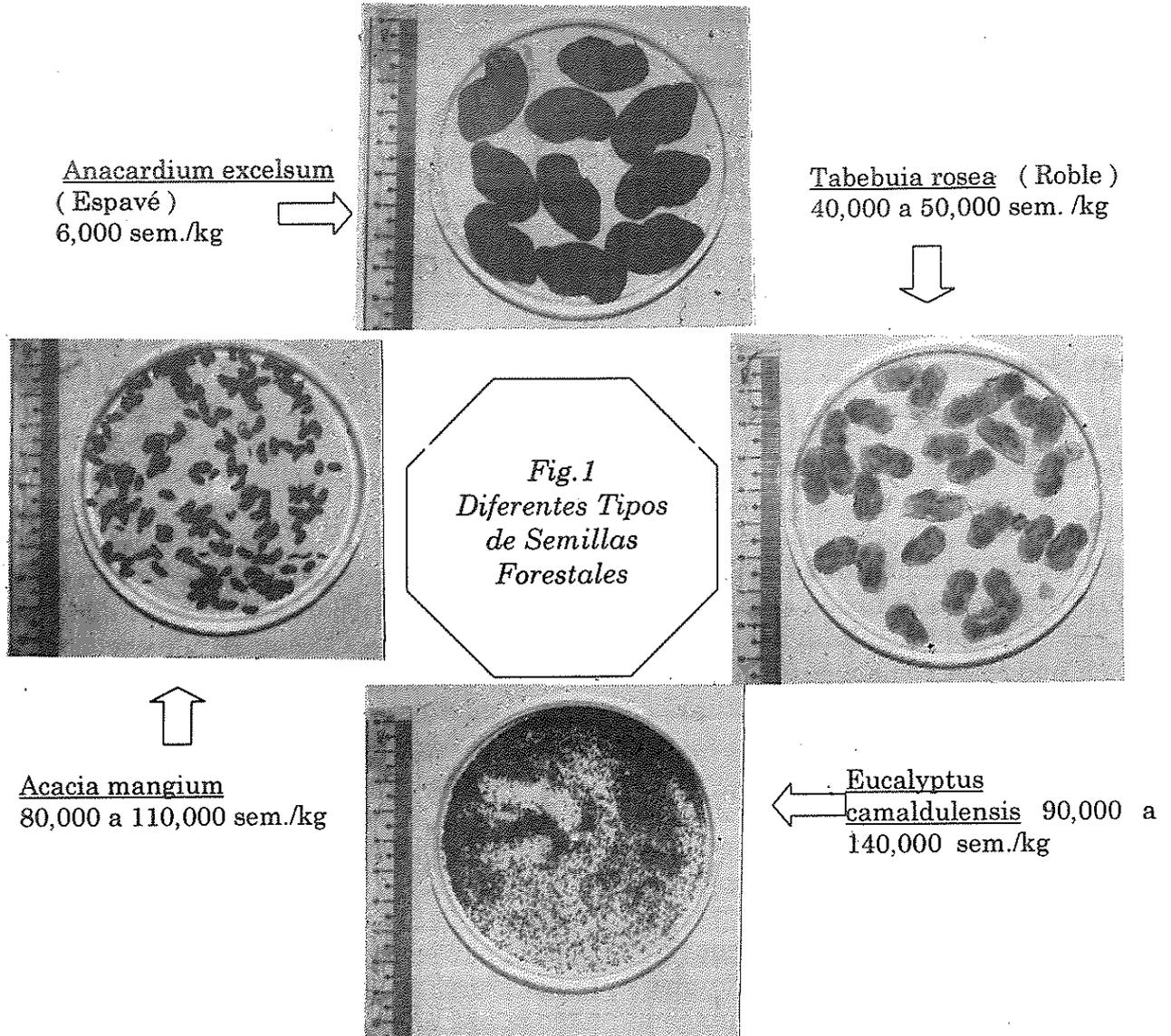


Figura 2. Tipos y Formas de Semillas y Cantidad por Kilogramo



2.1. Selección de Árboles Semilleros

Un árbol semillero es un árbol con características sobresalientes destinado a la producción de semillas. Dos aspectos de interés se deben tomar en cuenta al realizar esta selección:

- No es recomendable producir árboles provenientes de un solo árbol semillero (se recomienda como mínimo 10 árboles).
- Todo árbol debe protegerse y pintarse con pintura de aceite (un anillo amarillo a 1.30m sobre el nivel del suelo) e identificarse.

Los requisitos de un árbol para ser semillero son:

- Perfecto estado de sanidad
- Maduro (ni muy joven, ni muy viejo)

- Recto y de buena forma
- Que al menos produzca una troza comercial.
- Buena copa
- Accesible
- Seguro (que no vaya a ser derribado).

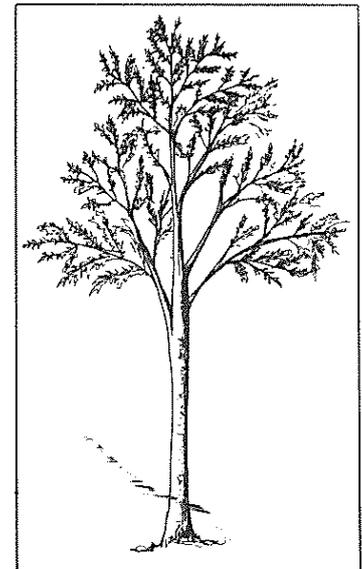


Figura 3. Aquí vemos claramente las características que debe reunir un árbol seleccionado como Arbol Semillero. Como ejemplo vemos un árbol de Bombacopsis quinatum (Cedro espino)

En el caso de la producción comercial de madera deben ser:

- Dominantes o sobresalientes
- Sanos y vigorosos
- Buena forma
- Tronco recto

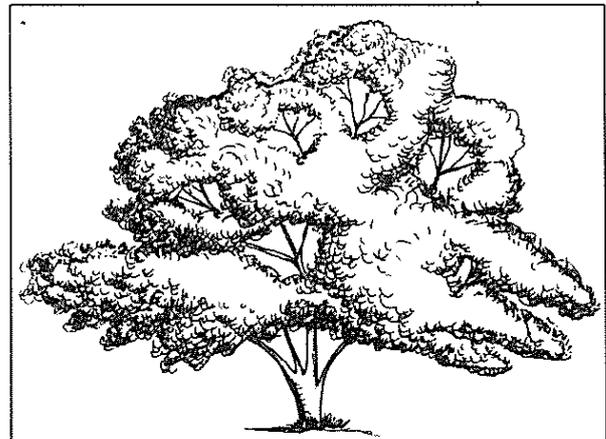
Figura 4. Características que debe reunir un árbol para la producción de madera



Un árbol para la producción de leña debe tener:

- Producción abundante de ramas
- Ser sanos y adultos
- Tener buena capacidad de rebrote

Figura 5. Características que debe reunir un árbol para la producción de leña .



2.2. Recolección De Semillas Forestales

proceso de recolección de semillas forestales va a depender de :

- Tamaño y forma del árbol: El tamaño, la forma del árbol y las características de la copa influyen en la selección del método de recolección.
- Tipo de fruto: Dependiendo del tipo de fruto se facilita o dificulta el método de recolección de semillas.
- Mecanismos de dispersión de frutos y semillas: De igual forma dependiendo del sistema de dispersión de los frutos o semillas se facilita o dificulta el método de recolección.

Los frutos o semillas forestales pueden ser dispersados por uno o varios mecanismos de dispersión, entre los que podemos mencionar el viento, el agua, , el propio peso, los animales, sus estructuras o mecanismos propios de dispersión.

Al ser el viento el principal dispersor de las especie de interés comercial, se recomienda:

- Mucha observación desde el período de floración.
- Recolectar las semillas antes de que el viento las disperse.
- Mantener limpio el sitio alrededor de los árboles semilleros.

Tabla 1. *Calendario de producción de frutos de las principales especies forestales utilizadas en la producción en vivero*

Nombre común	Nombre Científico	Meses de Producción		
		Marzo	Abril	Mayo
Acacia	<u>Acacia mangium</u>	Marzo	Abril	Mayo
Balo	<u>Gliricidia sepium</u>	Marzo	Abril	-
Caoba	<u>Swietenia macrophylla</u>	Noviembre	Enero	Febrero
Caoba africana	<u>Khaya senegalensis</u>	Abril	Mayo	-
Cedro amargo	<u>Cedrela odorata</u>	Abril	Mayo	-
Cedro espino	<u>Bomombacopsis quinatum</u>	Abril	Mayo	-
Corotú	<u>Enterolobium cycloparpum</u>	Febrero	Marzo	-
Eucalipto	<u>Eucalipto camaldulensis</u>	Marzo	Abril	-
Guayacan	<u>Tabebuia guayacan</u>	Febrero	Marzo	-
Laurel	<u>Cordia alliodora</u>	Febrero	Marzo	Abril
Leucaena	<u>Leucaena leucocephala</u>	Marzo	Abril	Mayo

Melina	<u>Gmelina arborea</u>	Abril	Mayo	Junio
Pino	<u>Pinus caribaea</u>	Marzo	Abril	-
Roble	<u>Tabebuia rosea</u>	Febrero	Marzo	Abril
Teca	<u>Tectona grandis</u>	Febrero	Marzo	Abril
Terminalia	<u>Terminalia ivorensis</u>	Marzo	Abril	-

2.3. Sistemas De Recolección De Semillas Forestales

La recolección de semillas forestales es un proceso que se debe planificar, para sacar el máximo de provecho, de la etapa reproductiva del árbol. Diversos métodos pueden ser utilizados, pero los más viables son los siguientes:

2.3.1. Sistema de Recolección por Escalera

Es un sistema muy seguro y probado, que consiste en escalar el árbol por medio de escalera; que pueden ser de peldaños o pedestal, de tramos y de cuerdas; una vez en el árbol, el escalador, con la ayuda de podadoras de extensión, procede a cortar los frutos causando el mínimo daño o lesión al árbol.



Figura 6. Escalera de pedestal en arboles semilleros de *Pinus caribaea*, en la Reserva Forestal La Yeguada.

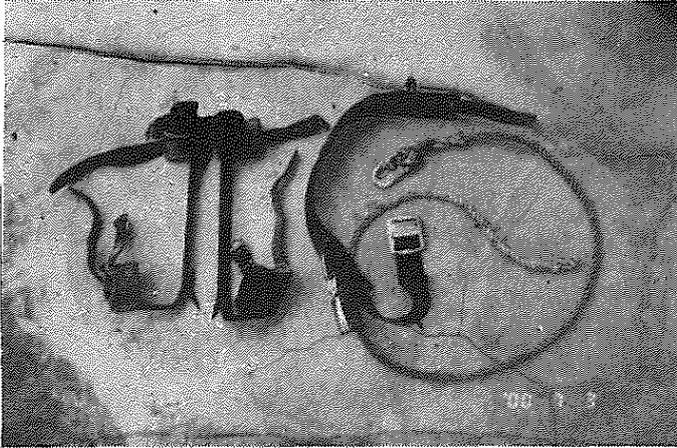


Figura 7. Escalamiento de un árbol de *Pinus caribaea* (Pino), utilizando la escalera de pedestal, para coleccionar yemas para injertos con tijeras podadoras en la Reserva Forestal La Yeguada.

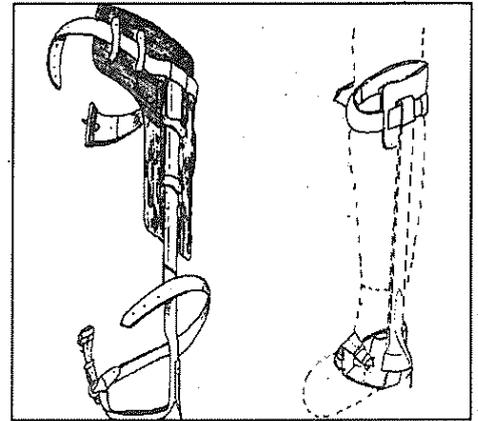
2.3.2. Sistema de Recolección por Espolones

Consiste en escalar el árbol ayudado de espolones, cuerdas y vestimenta de seguridad. Una vez en el árbol el recolector se asegura y con podadoras especiales procede a la recolección.

Figura 8. Equipo de Recolección con Espolones



Espolones (izquierda) y cinturón de seguridad (derecha)



Manera correcta de colocar los espolones en la pierna

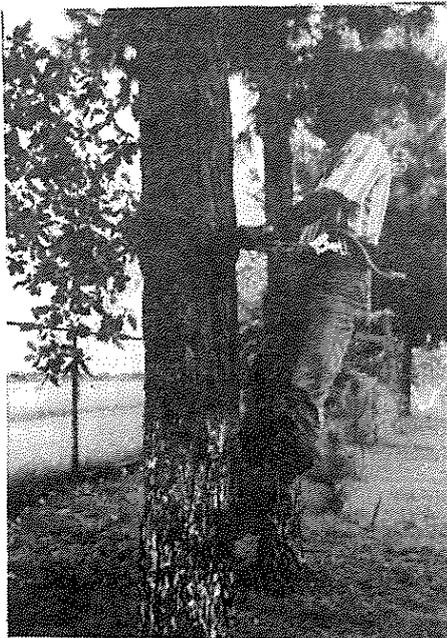
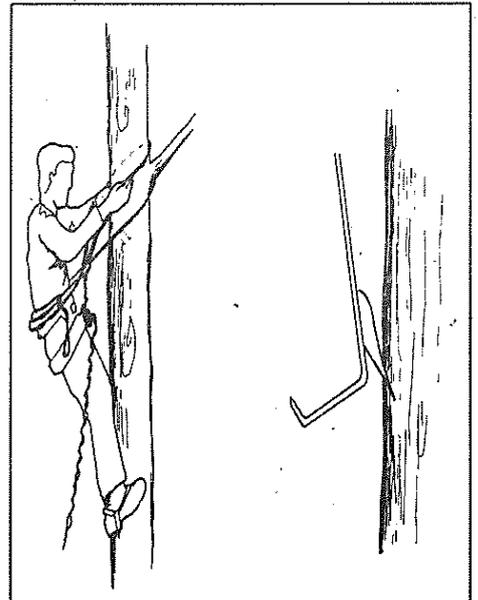


Figura 9. El escalamiento debe ser hecho siguiendo las reglas de seguridad, la posición del cuerpo debe ser a un ángulo de 45°, clavando bien los espolones en la corteza. En caso de encontrarse con ramas que no se puedan cortar, se debe contar con un segundo cinturón de seguridad.



2.3.3. Sistema de Recolección del Suelo

Consiste en recolectar semillas de las especies cuyos frutos abren dispersando las semillas o de aquellos que caen por su propio peso bajo el árbol semillero. Para ello la superficie debe estar limpia y el recolector se auxilia con canastas, sacos y cascos de protección, para evitar accidentes.



Figura 10. *Colecta de semillas de Hymenea courbaril (Algarrobo) directamente del suelo.*

2.3.4. Sistema de Recolección con Tijera Podadora

Este sistema de recolección puede ser usado directamente desde el suelo en arboles de pequeña altura. La tijera tiene su vara de extensión que permite alcanzar frutos hasta aproximadamente unos seis metros de altura. Se colocan lonas bajo el árbol para que caigan los ramilletes cortados y para evitar que la semilla de los frutos que se abren se pierda.

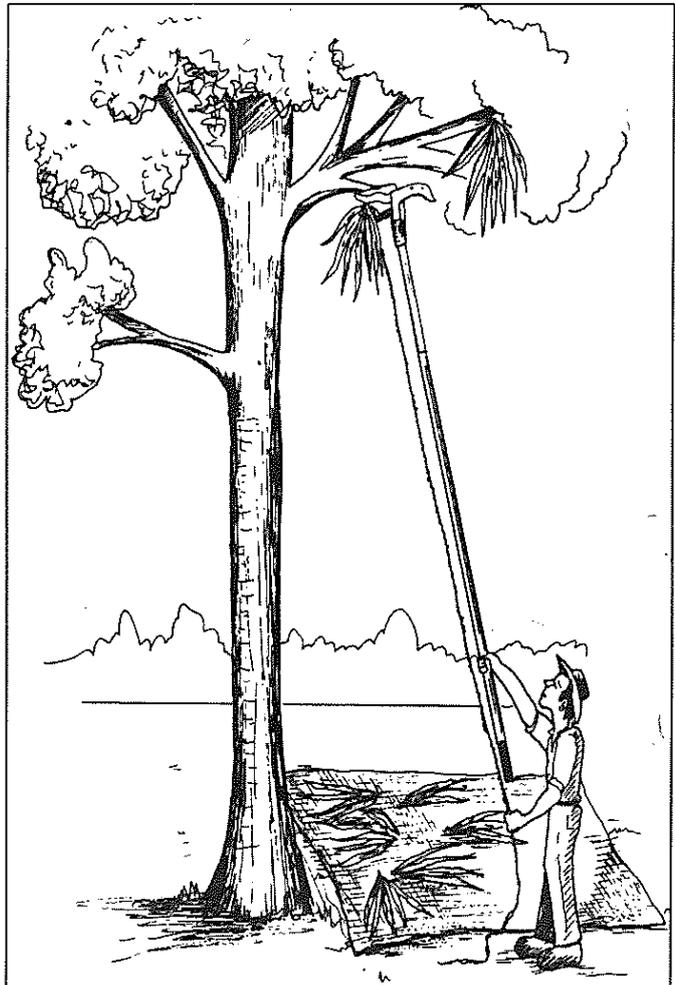


Figura 11. *El uso de tijeras podadoras con varas de extensión, le permite al colector de frutos, realizar la labor desde el suelo, seleccionando los frutos que presentan la mejor característica en cuanto a madurez y conformación. Pudiendo dirigir más fácilmente la caída de los frutos, sobre la lona.*

2.3.5. El Proceso de la Recolección

Antes de que se inicie el proceso de recolección de los frutos y semillas, se deben tomar en cuenta las medidas de seguridad pertinentes (revisión del equipo de escalar, escaleras, espolones, cuerdas, cascos, etc.), para evitar accidentes tanto del escalador como de sus ayudantes.

En el momento que el escalador del árbol ha llegado a la copa y se ha asegurado adecuadamente, procede a cosechar ramilletes de frutos como los de Laurel, Eucalipto, Roble, Cedro amargo, etc o frutos individuales como los de Caoba nacional; esta labor la debe hacer ayudado de una podadora de extensión. Recuerde se cosechan los frutos y no ramas; para no dañar el árbol.

No se recomienda el uso de bolsas plásticas en la recolección ya que estas aumentan el calor y la humedad de las semillas, lo cual es perjudicial ya que promueve la propagación de hongos.

Los frutos deben ser trasladados preferiblemente en sacos de enequen a un patio, donde se extenderán sobre una loma o manteado (nunca directamente sobre el suelo).

Nunca deje semillas o frutos en bolsas plásticas de un día para otro, porque se dañan debido al alto contenido de humedad.

Figura 12. *Uso y beneficios del saco en la recolección de semillas*



Saco de henequen para recolectar semillas



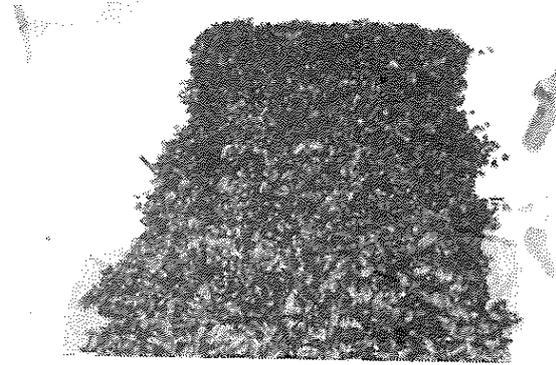
Frutos de Roble recién colectados (Tabebuia rosea), extendidos en lonas hechas de sacos de henequen.

2.4. Procesamiento y Almacenamiento

La tarea principal del procesamiento, es la extracción de semillas del fruto, produciéndoles el menor daño posible. Esta labor depende del tipo de fruto, que en angiospermas y gimnospermas se agrupan en tres tipos: frutos secos; dehiscentes e indehiscentes y los carnosos.

Los frutos secos dehiscentes requieren de por lo menos dos pasos para obtener su semilla, primero el secado (en un lugar ventilado, aprovechando la luz del sol como fuente de calor) y segundo la extracción de las semillas.

Figura 13. *Procesamiento de frutos secos dehiscentes*



A la izquierda vemos la extracción de semillas de las cápsulas de Swietenia macrophylla (Caoba). A la derecha vemos las semillas procesadas listas para ser almacenadas o utilizadas en el vivero.

Los frutos secos indehiscentes requieren de secado (en un lugar ventilado, aprovechando la luz del sol como fuente de calor), luego de estar bien secos se realiza la extracción de las semillas de forma manual.

Los frutos carnosos requieren maceración, para separar la parte carnosa de las semillas y debe ser hecha lo más pronto posible para evitar la fermentación, secado (en un lugar ventilado, aprovechando la luz del sol como fuente de calor).

Figura 14. *Máquina escarificadora utilizada tanto en la limpieza de frutos carnosos, como en tratamiento mecánico de semillas de Tectona grandis (Teca), para acelerar su germinación.*



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.

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

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 la calidad genética, ni aumentar los porcentajes de germinación, ni resucitar germoplasma. Existe un período de vida máximo de conservación, luego del cual ese ser vivo (semilla), morirá.

Desde el mismo momento en que la semilla forestal madura, se dispersa y recolecta, se inicia el deterioro y esto va a depender del manejo dado; influyendo las técnicas de recolección, procesamiento, manipulación previa, durante y post- almacenamiento, y finalmente manejo en los viveros forestales, que va a ser el garante de que la nueva planta vaya al campo.

Muchos de los esfuerzos económicos y tecnológicos invertidos en conservación de semillas forestales, pueden ser evitados si existiera una planificación en los programas de reforestación. Los cuartos fríos y muchos espacios en los bancos de semillas están llenos de semillas, pero mucho de este material está allí por errores de planificación en los cronogramas de plantación.



Figura 15. Recipientes de almacenamiento de semillas en el cuarto frío del Banco de Semillas Forestales de la ANAM, ubicado en el Proyecto CEMARE, Río Hato, Coclé. Nótese el uso de envases transparentes, opacos y bolsas de papel manila en las pequeñas gavetas.

Grandes inversiones (equipo, personal y experiencia) requieren los programas de almacenamiento de semillas forestales. 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 semillas. La longevidad (vida útil) 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.

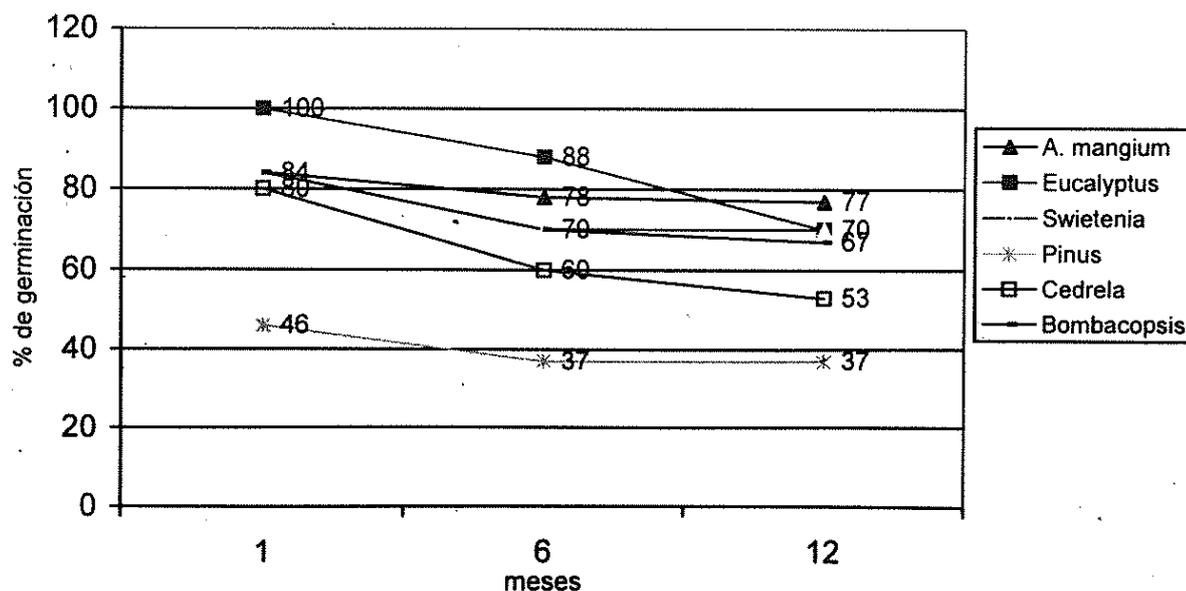
El almacenamiento de semillas suele exigir algún tipo de recipiente, para facilitar el acceso a los diferentes lotes o su manipulación cuando se mantienen separados, aprovechar al máximo el espacio de almacenamiento, proteger la semilla contra los animales y daños de insectos y, en algunos casos, impedir el intercambio de humedad y gases entre la atmósfera interior y la exterior. En lo que se refiere a las semillas arbóreas se han utilizado muchos tipos de recipientes, que conviene dividir en:

- Materiales plenamente permeables a la humedad y los gases.
- Materiales completamente impermeables, una vez cerrados herméticamente, a la humedad y los gases.
- Materiales resistentes a la humedad, pero no totalmente impermeables.

La correcta localización de un sitio para el almacenamiento de semillas puede reducir considerablemente la necesidad de equipo costoso, por ejemplo, un país tropical que tenga un clima y una topografía variables puede resolver muchos problemas trasladando el local de almacenamiento de un lugar costero a la falda seca de una montaña a 2000 m sobre el nivel del mar.

En ese caso una habitación bien ventilada podría proporcionar unas condiciones perfectamente adecuadas para almacenar durante varios años especies relativamente "fáciles", como semillas de pinos, eucaliptos y muchas latifoliadas, y podría complementarse con un pequeño congelador para pequeñas cantidades de especies de semillas que requieren temperaturas 3-5° C.

Gráfico 1. Porcentajes de germinación de las semillas luego de un año de almacenamiento en el cuarto frío del banco de semillas Forestales de la ANAM, ubicada en el Proyecto CEMARE



2.5. El Proceso de Germinación

2.5.1. Definición

La germinación es el proceso que encierra una serie de eventos que van desde el desarrollo del embrión hasta la emergencia de la nueva plántula. Durante este proceso el embrión respira con rapidez y empieza a crecer, usando el alimento almacenado en el endospermo y los cotiledones.

2.5.2. La Germinación

La germinación normal de una semilla no latente requiere de ciertas condiciones ambientales como:

- Humedad adecuada (necesita agua para acelerar los procesos físicos).
- Temperatura favorable: (15-30°C). Mayores de 32°C inhiben la germinación.
- Intercambios de gases: Requiere oxígeno y liberación de CO₂.

Durante la germinación el agua provoca que la semilla se hinche, trayendo como consecuencia el quebrantamiento o hendimiento de la testa. Los procesos fisiológicos aumentan, incluyendo la actividad de las enzimas, la respiración y la asimilación. Se da el crecimiento y la división celular que provocan el crecimiento de la radícula y la plumula. Durante este período ocurren interesantes cambios enmarcados dentro de eventos genéticos, metabólicos, bioquímicos y anatómicos de la semilla.

El agua es el factor determinante para el inicio y desarrollo normal de la germinación; en condiciones de vivero, la humedad necesaria es suministrada por medio del riego. La luz, el oxígeno, y la temperatura, aunque fundamentales en el proceso de germinación, son secundarios en relación con la humedad.

Bajo condiciones adecuadas, las semillas forestales se siembran enterradas y germinan de una manera normal; la tierra usada en los germinadores, no es totalmente impermeable a la luz y permite que esta llegue hasta la semilla; el oxígeno está presente en la porosidad del suelo. De ahí la importancia de la arena como sustrato en la cama de germinación.

La temperatura ideal, corresponde a un nivel igual al hábitat natural de las especies, así las especies de zonas bajas o cálidas requieren una mayor temperatura que aquellas de zonas altas o frías.

Durante la germinación de las semillas ocurren una serie de cambios bioquímicos, consistentes principalmente, en la solubilización de los azúcares, proteínas y grasas de reserva, que sufren variaciones en su conformación para poder ser asimilados.

La germinación es un proceso que requiere mucha energía y muchas de las reservas de alimento se consumen para producir esta energía.

Es por eso que muchas plantas en su etapa temprana de desarrollo, a veces pesan menos que la semilla original.

2.5.3. Desarrollo Físico de la Semilla

Las etapas iniciales en la germinación son similares en todas las plantas con semillas. Primero la semilla se hincha luego emerge la radícula y se desarrolla para formar la raíz primaria. El crecimiento de la raíz es normalmente rápido, permitiendo fijar la planta al suelo. Después la germinación se da en forma epigea o hipogea.

- La Germinación Epigea: es cuando los cotiledones suben a la superficie del suelo. Ejemplos: la Leucaena, Cedro espino, Pino, Espavé, etc.

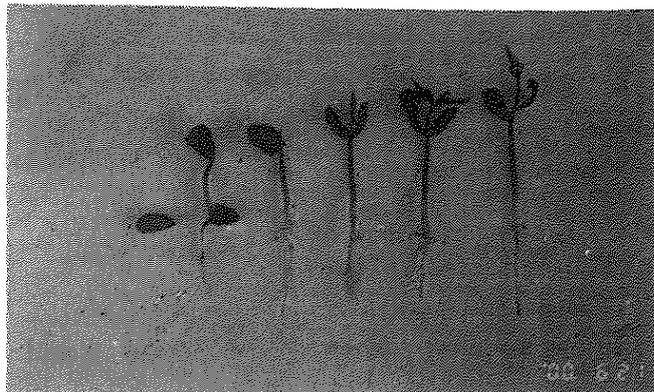
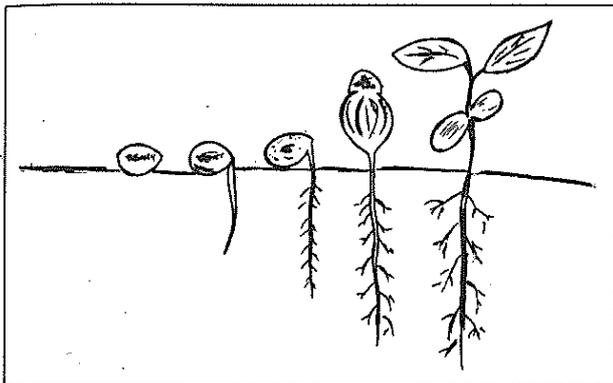


Figura 16. A la izquierda la secuencia que se da en la germinación epigea. A la derecha como ejemplo de este tipo de germinación el *Neem* (*Azadirachta indica*).

- La Germinación Hipogea: es cuando los cotiledones quedan debajo de la superficie del suelo. Ejemplo: Caoba africana, Nazareno, Eucalipto, etc.

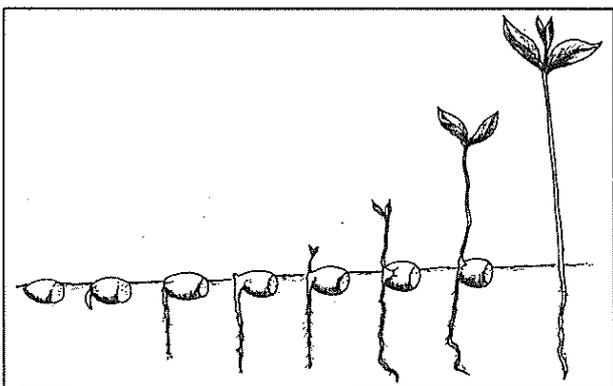
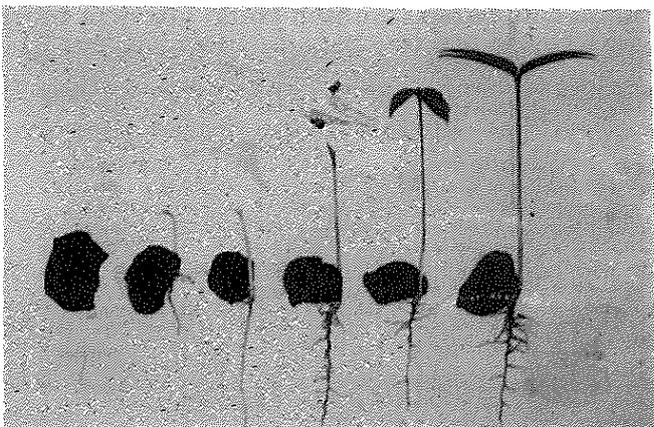


Figura 17. A la derecha secuencia que se da en la germinación hipogea. Debajo la *Khaya senegalensis*, un ejemplo típico de especie forestal con este tipo de germinación.



2.5.4. Período de Duración de la Germinación

El comportamiento germinativo de las semillas de las distintas especies forestales varía mucho de una especie a otra. Esto lo podemos ver más claramente en los gráficos que presentamos a continuación, con el comportamiento entre una especie nativa y una exótica.