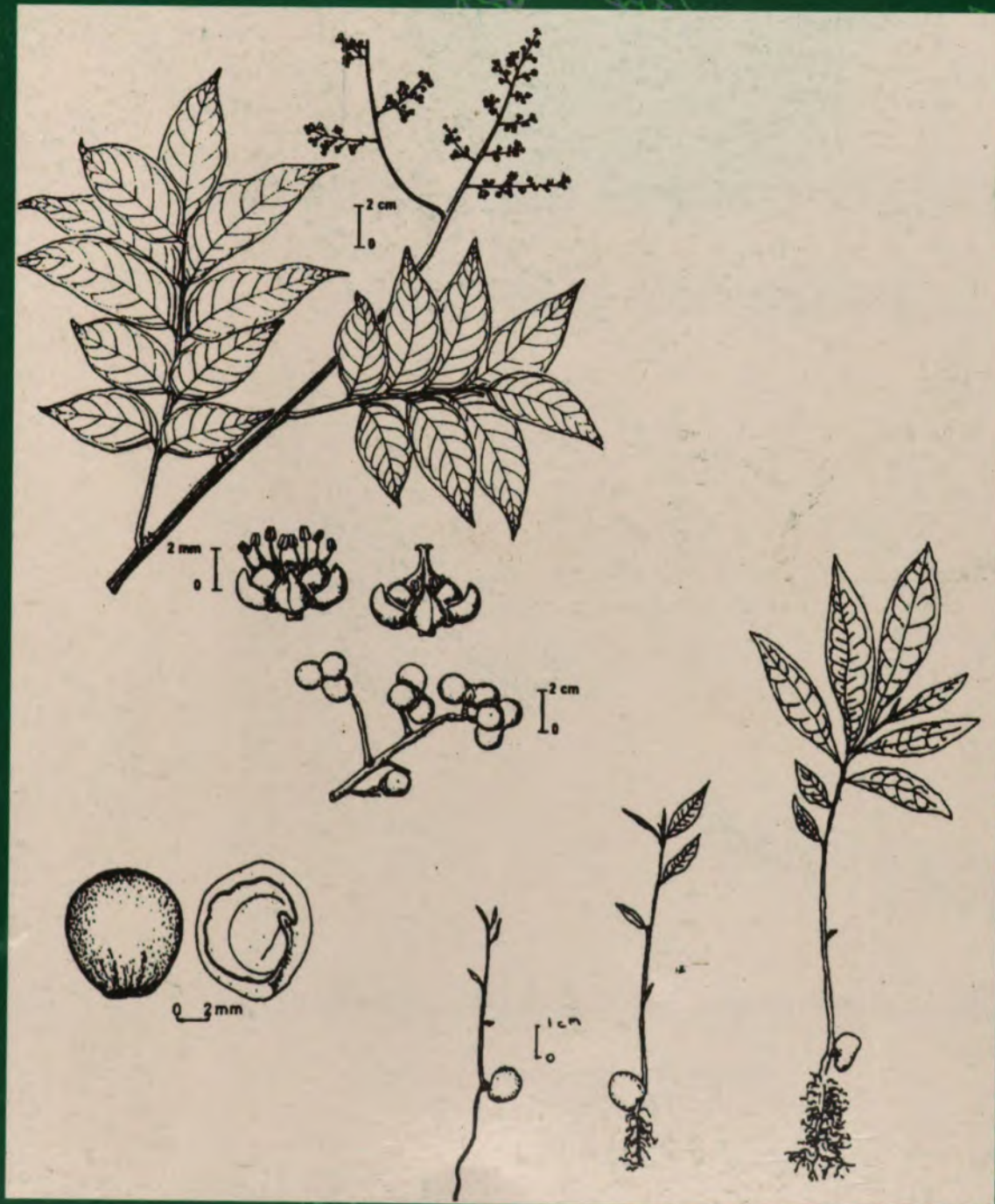


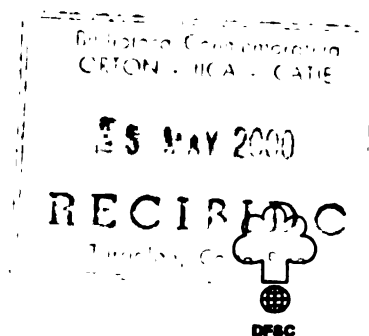
CATIE
ST
MT-39

icas para la Germinación de Semillas Forestales



Serie Técnica
Manual Técnico No. 39

CATIE



Técnicas para la germinación de semillas forestales

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza - CATIE

Programa de Investigación
Proyecto de Semillas Forestales - PROSEFOR

Danida Forest Seed Centre

Turrialba, Costa Rica

2000

CATIE
ST
MT-39

El CATIE es una asociación civil, sin fines de lucro, autónoma, de carácter internacional, cuya misión es mejorar el bienestar de la humanidad, aplicando la investigación científica y la enseñanza de postgrado al desarrollo, conservación y uso sostenible de los recursos naturales. El Centro está integrado por miembros regulares y miembros adherentes. Entre los miembros regulares se encuentran: Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, México, Nicaragua, República Dominicana, Venezuela y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

El Proyecto de Semillas Forestales - PROSEFOR, promueve y apoya la capacitación y asistencia técnica a las instituciones forestales de América Central, Panamá y República Dominicana. Su objetivo general es el de mejorar la calidad física y genética de las semillas y garantizar su suministro continuo para los programas de reforestación en la región. Es financiado por el Gobierno de Dinamarca y ejecutado por el CATIE en coordinación con las autoridades forestales de cada país.

- © 2000, Danida Forest Seed Centre, DFSC, Humlebaek, Dinamarca
Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
CATIE, Turrialba, Costa Rica.

634.9562

C397 Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Proyecto de Semillas Forestales

Técnicas para la germinación de semillas forestales /

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

Proyecto de Semillas Forestales. - Turrialba, C.R. : CATIE :

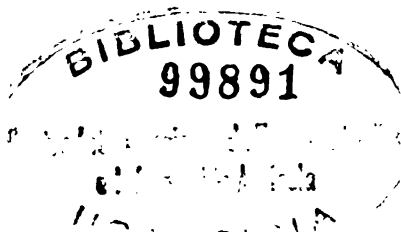
Danida Forest Seed Centre, 2000.

54 p.; 27 cm. - (Serie técnica. Manual técnico / CATIE ;
no. 39)

ISBN 9977-57-347-6

1. Semillas forestales - Germinación - Métodos
I. Danida Forest Seed Centre II. Título III. Serie

Esta publicación es financiada por el Gobierno de Dinamarca, por intermedio del Ministerio de Relaciones Exteriores y su Programa de Asistencia Técnica, Danida, mediante el PROSEFOR del CATIE.



iii
CATON - LCA - CATIE
25 MAY 2000
RECIBIDO
Turkey, Costa Rica

CONTENIDO

PRESENTACION	v
CALIDAD DE LA SEMILLA: Concepto, medición y métodos para incrementar la calidad Karen M. Poulsen Definición de semilla de calidad Factores que afectan la calidad de la semilla Métodos para la medición de la calidad de la semilla Técnicas para el mejoramiento de la calidad de la semilla Otros aspectos para mejorar la calidad de la semilla	1
PRE-TRATAMIENTO DE SEMILLAS R.L. Willan Tratamientos para romper la latencia Revestimiento de la semilla y granulado Otros tratamientos pre-siembra	15
EL USO DE RECIPIENTES PEQUEÑOS CON TAPA PARA PRUEBAS DE GERMINACION A.M.J. Robbins Tipo y tamaño del recipiente Cantidad requerida de recipientes Control de humedad Control de temperatura y luz Sustratos Esterilización de los recipientes Rotulación de los recipientes Reconocimiento y referencias Equipo y proveedores	33
GLOSARIO DE TERMINOS SOBRE GERMINACION DE SEMILLAS PARA PERSONAL QUE TRABAJA EN SEMILLAS FORESTALES F.T. Bonner	45

PRESENTACION

El uso de las técnicas apropiadas para el manejo de semillas forestales es de gran importancia para garantizar su aprovechamiento adecuado y asegurar el abastecimiento a los proyectos de reforestación. Las semillas de cada especie responden de manera distinta a los procesos de manejo, almacenamiento y germinación, lo cual obliga a definir los tratamientos a que debe ser sometida cada una de las especies para obtener los mejores rendimientos.

El Centro de Semillas Forestales (DFSC) de la Agencia de Cooperación Internacional (Danida) de Dinamarca, ya por muchos años ha venido realizando investigaciones y desarrollando técnicas para el manejo de semillas de especies forestales tropicales; los resultados de estos estudios se han publicado en inglés en su serie conocida como "Notas Técnicas".

El Proyecto de Semillas Forestales (PROSEFOR) que es financiado por Danida y ejecutado por el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en los países de América Central y República Dominicana, con la autorización del DFSC ha estado traduciendo y publicando en español estas Notas Técnicas agrupadas por temas.

En el presente documento están incorporadas cuatro Notas Técnicas referentes a tratamientos pregerminativos, métodos para valorar la calidad de las semillas, pruebas de germinación y un glosario referente a términos utilizados en los procesos de germinación de semillas.

Este documento constituye una contribución de gran utilidad para que los laboratorios de los Bancos de Semillas Forestales, logren actualizar sus sistemas de análisis de semillas forestales.



**Rubén Guevara Moncada
Director General CATIE**



CALIDAD DE LA SEMILLA¹

CONCEPTO, MEDICION Y METODOS PARA INCREMENTAR LA CALIDAD

Karen M. Poulsen

1. INTRODUCCION

El tema sobre calidad de la semilla es muy amplio, por consiguiente la presente compilación no entra en detalle sobre métodos o especies específicas. La intención es más bien proporcionar una vista general sobre las diferentes facetas de esta materia, enfocadas a las semillas forestales.

Existen muchas buenas razones para interesarse en la calidad de la semilla forestal, debido a que la mayoría de las especies forestales son propagadas por medio de semillas. Las ventajas de las semillas de mejor calidad son:

- mejor condición para el almacenamiento
- desperdicio mínimo de semilla
- plantas uniformes en el vivero
- mayor acierto en la producción de plantas
- posibilidades de desarrollar producción avanzada de plantas
- Técnicas y métodos de plantación

El desperdicio mínimo de semilla puede ser de particular importancia en silvicultura debido a que la semilla de procedencias preferidas puede a menudo ser escasa. Además, los árboles pueden tener la floración a intervalos irregulares causando inconvenientes adicionales en la provisión de semilla. La semilla de muy alta calidad es la base para desarrollar sistemas de producción mecanizados sofisticados que utilizan la siembra de una sola semilla por maceta. Cada semilla debe ser de alta calidad.

2. DEFINICION DE SEMILLA DE CALIDAD

2.1 El concepto de semilla de calidad

El porcentaje de germinación no es suficiente para expresar la calidad de la semilla debido a que este concepto también implica calidad genética, así como otros aspectos de calidad fisiológica además de la germinación. La pérdida de la habilidad para germinar es precedida por una larga fila de procesos deteriorantes dentro de la semilla que debilitan su desempeño. Una posible secuencia de eventos se muestra en la Fig. 2.

¹ Trad. "Seed Quality: Concept, measurement and methods to increase quality". Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Lecture Note C-14. 14p. 1993.

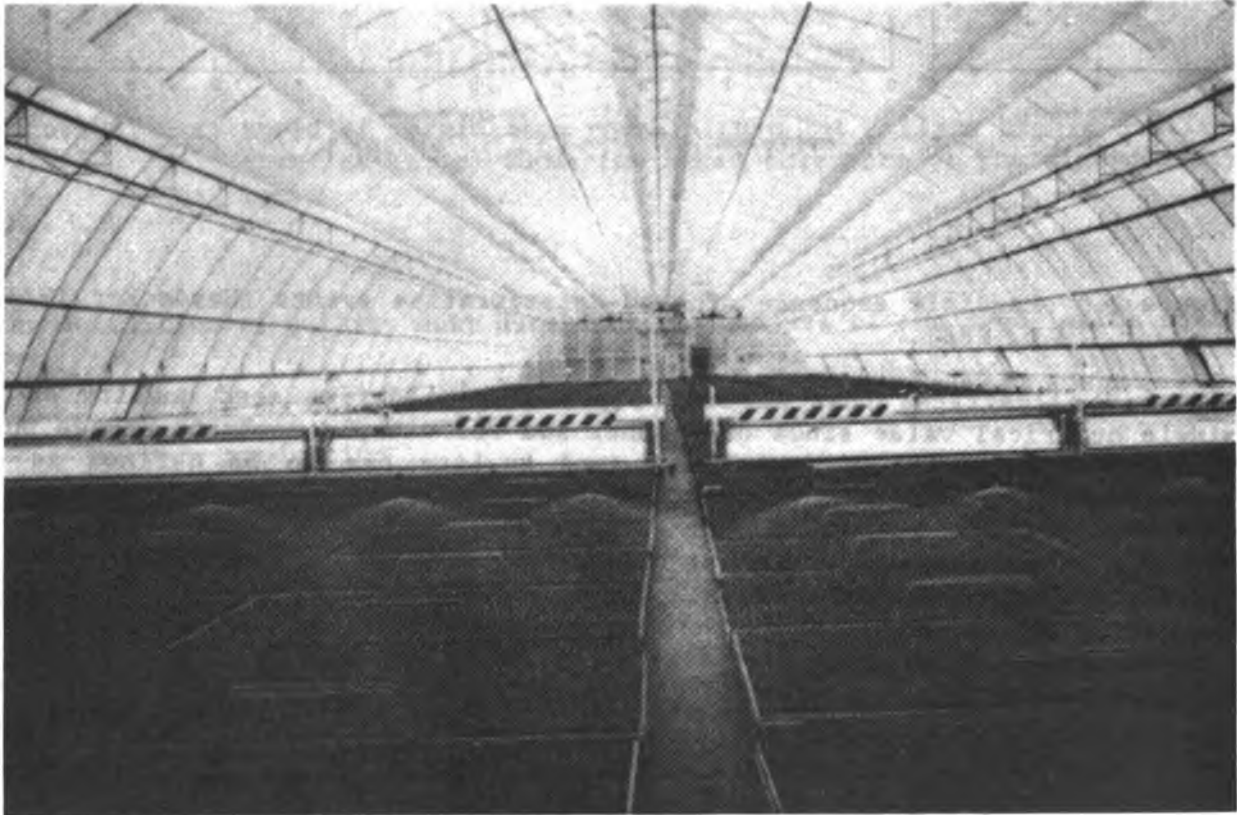


Figura 1. Un sistema de propagación altamente avanzado - siembra de una sola semilla por maceta seguido por cultivo en invernadero en un ambiente controlado.

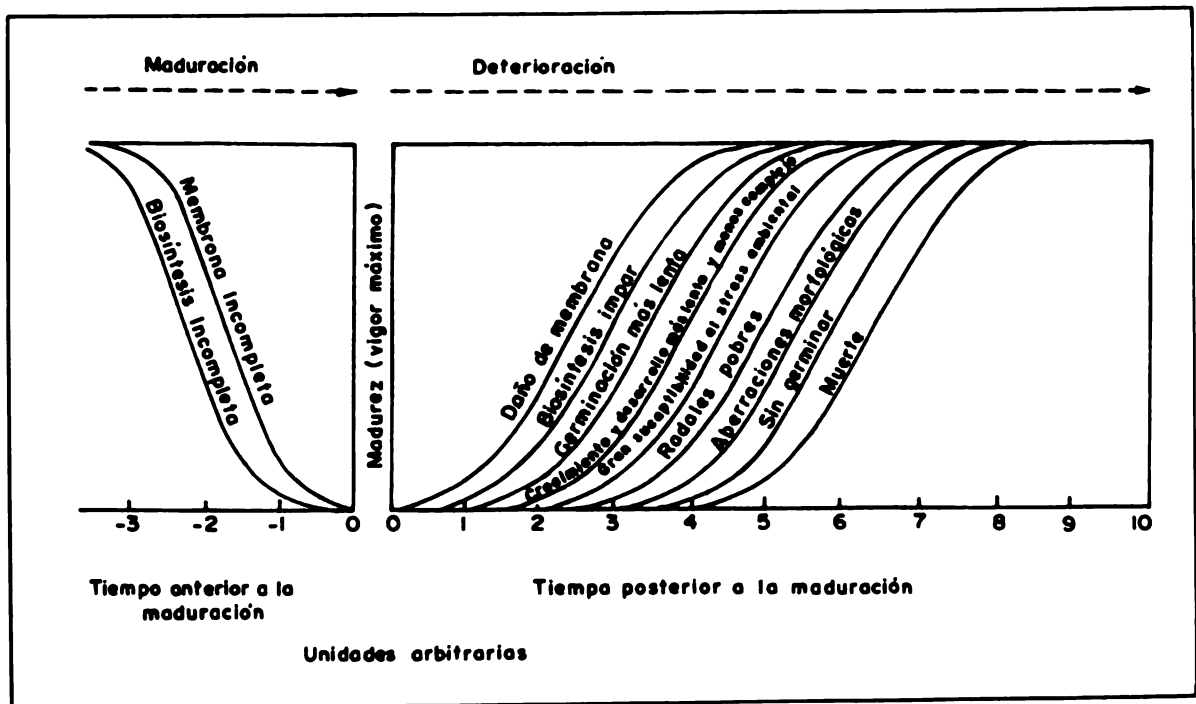


Figura 2. Posible secuencia de eventos deteriorantes de la semilla (Heydecker 1972).

La Fig. 2 ilustra que no es posible definir la calidad de la semilla como un valor numérico aislado debido a que uno no puede agregar por ej. daño a la membrana y velocidad de germinación. Consecuentemente, la semilla de calidad se tiene que definir como un concepto.

Por lo tanto el objetivo de la prueba de calidad no es solamente medir el porcentaje de germinación a través de una prueba de laboratorio estándar, sino también medir el alcance de los procesos deteriorantes antes de la pérdida máxima de habilidad para germinar. La intención es tener la capacidad de detectar las diferencias de desempeño entre las semillas con habilidad de germinación.

La Fig. 3a ilustra dos lotes semilleros que muestran el mismo porcentaje de germinación final pero el Lote I tiene una mejor calidad si se mide por la velocidad de germinación. La Fig. 3b muestra que los mismos dos lotes semilleros tendrán un desempeño muy diferente bajo diversas condiciones de estrés, el Lote I muestra una mayor tolerancia.

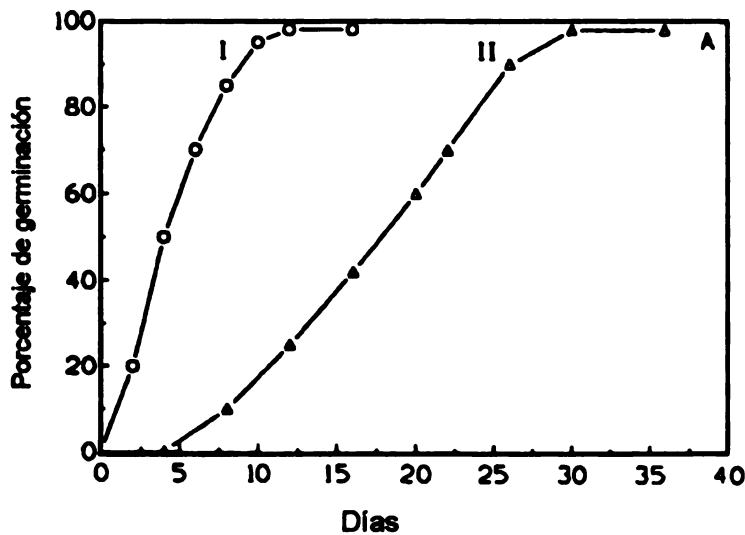
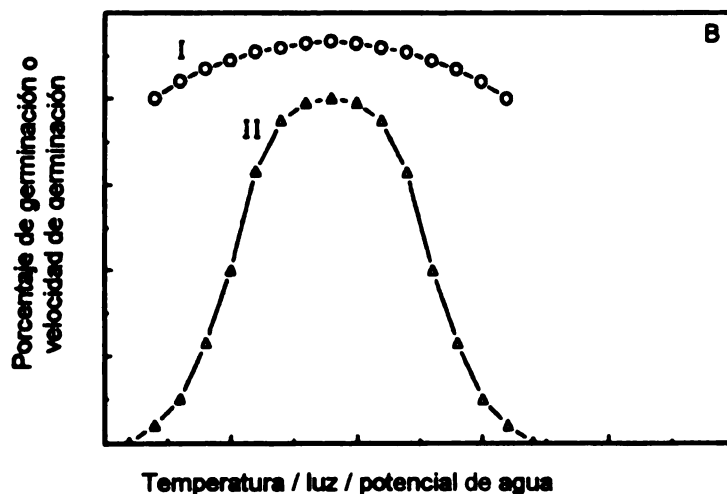


Figura 3 a) La velocidad de germinación revela que el lote I tiene una mayor calidad que el lote II b) Muestra la amplia tolerancia del lote de alta calidad.



La definición de calidad debe depender del uso final que se le de a la semilla, que podría ser:

- Conservación de los recursos genéticos
- producción en vivero
- siembra directa en el bosque o en tierra arable
- alimento

La germinación uniforme y simultánea es generalmente ventajosa en el vivero, mientras que en el bosque, la variación en tiempo de germinación puede asegurar algún grado de supervivencia en caso de catástrofe. Como consecuencia, la importancia del factor de calidad de la semilla "velocidad de germinación" depende del uso final de la semilla. La demanda por calidad en semilla almacenada para la conservación de los recursos genéticos será muy alta con respecto a la variación genética. En el caso de semilla para alimentación, el contenido proteínico o el contenido de aceite puede ser el principal factor de calidad.

2.2. La definición de vigor según el ISTA.

Expresiones comunes relacionadas con la calidad de la semilla:

<i>vigor:</i>	Definición del ISTA 1977 (ver más adelante).
<i>calidad:</i>	No definida, utilizada en un sentido más amplio que vigor, abarcando casi cualquier aspecto del desempeño de la semilla.
<i>viabilidad:</i>	A menudo utilizada como el porcentaje de germinación en una prueba de germinación definida.
<i>vitalidad:</i>	No definida

No ha sido fácil coincidir sobre una buena definición, pero en 1977 el ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semilla) adoptó la siguiente (Perry 1978):

"El vigor de una semilla es la suma total de aquellas propiedades que determinan el nivel de actividad y desempeño de la semilla o lote semillero durante la germinación y emergencia de plántulas. Las semillas que se desempeñen bien son catalogadas como de alto vigor y aquellas que se desempeñan en forma pobre son llamadas semillas de bajo vigor".

Las diferencias en vigor se manifiestan como:

1. Procesos y reacciones bioquímicas durante la germinación tales como reacciones enzimáticas y actividad respiratoria;
2. Tasa y uniformidad de la germinación de la semilla y crecimiento de la plántula;
3. Tasa y uniformidad de la emergencia y crecimiento de plántulas en el campo;
4. Habilidad de emergencia de las semillas bajo condiciones ambientales no favorables.

Los efectos del nivel de vigor pueden persistir para influenciar el crecimiento de las plantas maduras, uniformidad y rendimiento del cultivo".

La definición se refiere a la semilla y al establecimiento inicial de la plántula, de manera que el concepto de vigor de la semilla abarca tanto el vigor de la semilla como el de la plántula. Ni la latencia ni la composición genética se incluyeron como facetas del vigor de la semilla. Sin embargo, desde un punto de vista práctico y definitivamente dentro del concepto de calidad de la semilla, la latencia y la composición genética son factores de primordial importancia.

3. FACTORES QUE AFECTAN LA CALIDAD DE LA SEMILLA

Algunos factores comunes que afectan la calidad de la semilla forestal:

- rompimiento incompleto de la latencia
- método de pre-tratamiento
- constitución genética de la semilla
- edad, condición y manejo del huerto semillero
- clima y condición del árbol madre durante el desarrollo de la semilla
- madurez en el momento de la recolección
- Procesamiento de la semilla:
 - ataque de patógenos durante las operaciones de recolección
 - limpieza y extracción
 - secado
 - almacenamiento

La Fig. 4 muestra el efecto del tiempo de recolección sobre la calidad (expresada por medio de la viabilidad) de semilla de *Casuarina equisetifolia* recolectada en Tailandia.

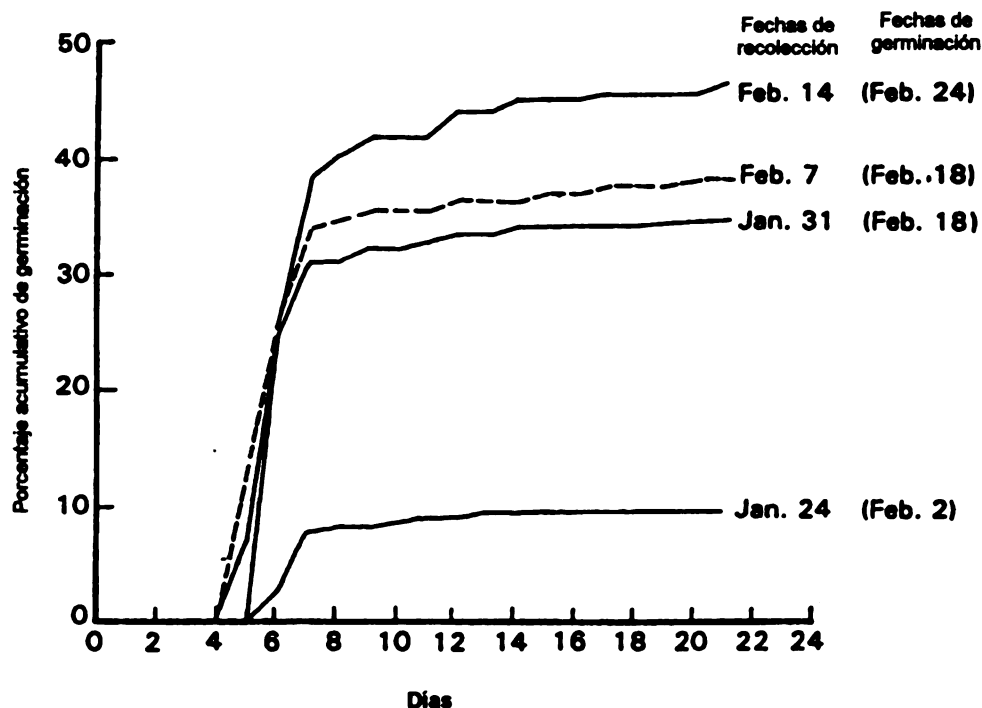


Figura 4. El tiempo de recolección afecta la calidad (expresada por medio de la viabilidad) de semilla de *Casuarina equisetifolia* (Liengsiri y Hellum 1984).

4. METODOS PARA LA MEDICION DE LA CALIDAD DE LA SEMILLA.

Un análisis de la calidad de la semilla debe proporcionar un resultado reproducible que esté relacionado con el desempeño de la semilla en el campo y por ende ayude al agricultor en la predicción del desempeño de campo.

Lista de análisis o mediciones para evaluar la calidad de la semilla:

Pruebas bioquímicas

- conductividad de eluatos
- prueba topográfica con tetrazolium
- carga de energía de adenilato
- ácidos grasos saturados y no saturados
- contenido de lípidos en la membrana
- actividad enzimática
- capacidad de síntesis de proteínas
- contenido de ARN mensajero
- respiración

Pruebas que incluyen germinación

- velocidad de germinación
- envejecimiento acelerado deterioro controlado
- Prueba fría
- prueba con peróxido de hidrógeno
- Prueba de Hiltner
- Prueba de escape
- Respuesta a la temperatura y estrés hídrico

Otras pruebas

- análisis de corte
- tamaño y densidad de la semilla
- prueba con rayos x

4.1. Pruebas bioquímicas

Dentro de las pruebas bioquímicas sólo la prueba con Tetrazolium y la prueba de conductividad son utilizadas en análisis prácticos de semilla. La evidencia para las otras pruebas bioquímicas es escasa y derivada principalmente de lo que se conoce sobre los cambios fisiológicos en semillas deterioradas. De modo que la pérdida de viabilidad está a menudo acompañada por la pérdida en la capacidad de respiración, pérdida de ácidos grasos no saturados, pérdida de lípidos en la membrana, reducción en la carga de energía de adenilato, reducción en la actividad enzimática y reducción en el contenido de ARN mensajero. Pero si el análisis está dirigido a una faceta muy pequeña de los miles de procesos metabólicos necesarios para conducir un proceso de germinación normal, uno podría dudar que la correlación con el desempeño de la semilla pueda ser alto. Aún si estos análisis probaran estar estrechamente relacionados con la calidad de la semilla, el conocimiento y equipo necesarios limitarían su uso.

4.1.1. Prueba de conductividad

Se asume que esta prueba mide la integridad de las membranas celulares. Si las membranas están algo dañadas, ocurrirá una pérdida de los contenidos de la célula (como iones y carbohidratos) a la imbibición. Esto se manifiesta al incrementar la conductividad eléctrica del agua absorbida. Esta pérdida en los componentes de la célula debilita la semilla y se crea un sustrato favorable para patógenos externos. La correlación entre la emergencia y conductividad en el campo fue alta para un número de especies de pino (Cuadro 1). La germinación en el laboratorio se podría predecir dentro de un 10% (medición de semillas individuales) para *Pinus taeda* y *P. elliotii* (Bonner y Vozzo 1986). La prueba de conductividad es una prueba rápida (1-24 horas) comparada con la prueba de germinación.

Cuadro 1. Correlaciones de datos de conductividad con germinación en el laboratorio y emergencia en vivero para *Pinus* sp. (Bonner y Vozzo (1986).

Especies de Pino	Número de Lotes	Germinación en laboratorio	Emergencia en vivero
		coeficiente de correlación	Coefficiente de correlación
<i>P. taeda</i>	24	0.9775	0.7122
<i>P. elliotii</i>	24	.7806	.6974
<i>P. palustris</i>	14	.9252	.8145
<i>P. strobus</i>	14	.8548	.7086
<i>P. virginiana</i>	11	.5342	---
<i>P. echinata</i>	9	.7477	---

4.1.2. La prueba topográfica con tetrazolium

Esta es una prueba utilizada ampliamente para determinar vigor de semillas forestales; el resultado se obtiene en 24 horas. La semilla es remojada en una solución de tetrazolium donde el tejido vivo se tomará rojo, y se evalúa el patrón de tinción. Es básicamente una prueba enzimática debido a que el color rojo es producido por varias enzimas de dehidrogenasa en las células. La prueba es particularmente interesante como una prueba rápida para semillas latentes, en casos en que la prueba de germinación podría tomar varios meses. Sin embargo, la prueba podría sobre-estimar la viabilidad y podría no ser aplicable por ejemplo para semillas que han sido sujetas a la maduración acelerada.

4.2. Pruebas que implican germinación

Todas las pruebas antes descritas dentro de esta categoría requieren de muy poco equipo y pueden proporcionar amplia información sobre la calidad de la semilla. La velocidad de germinación se obtuvo ya por medio de la prueba estándar de laboratorio, si el conteo de las germinadas es suficientemente frecuente. Un pequeño diagrama que muestra el progreso de la germinación a menudo proporcionará un buen indicador de la calidad.

4.2.1. Maduración acelerada y deterioro controlado

En la maduración acelerada, la semilla se expone a alta temperatura (alrededor de los 40-45°C) y humedad para un período específico (alrededor de 24-72 horas) seguida por la prueba de germinación en el laboratorio. La viabilidad de los lotes semilleros es comparada, y la semilla de alta calidad se verá menos afectada por el tratamiento brusco. Se supone que el tratamiento simula el curso de maduración natural, pero en forma acelerada, durante el almacenamiento. La prueba de deterioro controlado es similar, sin embargo, el contenido de humedad de la semilla se controla mejor y se mantiene constante durante la maduración; consecuentemente, esta prueba es más reproducible. Los críticos de los métodos señalan que estos tratamientos extremadamente bruscos no son realistas en el ambiente natural de la semilla. De modo que la capacidad de la semilla para soportar estas condiciones no nos dirá nada sobre su desempeño bajo condiciones ambientales más naturales. Sin embargo, en áreas tropicales las temperaturas de entre 40-45°C y la alta humedad no están lejos del ambiente natural. Además, muchas *Acacia* sp. resisten temperaturas muy altas, aunque de duración comparativamente corta, durante la escarificación. La temperatura, el contenido de humedad de la semilla y la duración deben ser especificados para cada especie (tal vez para cada procedencia?). Para lograr esto, se debe realizar una serie de pruebas y el trabajo de laboratorio que ello implica debe ser más bien comprensivo. El tratamiento seleccionado finalmente debe proporcionar una reducción razonable de la viabilidad para un lote semillero "promedio".

La Fig. 5 muestra cómo un tratamiento de maduración acelerada de semillas de *Pinus caribaea* reveló que el régimen de secado afectó en forma negativa la calidad de la semilla cuando la temperatura de secado fue de 30°C.

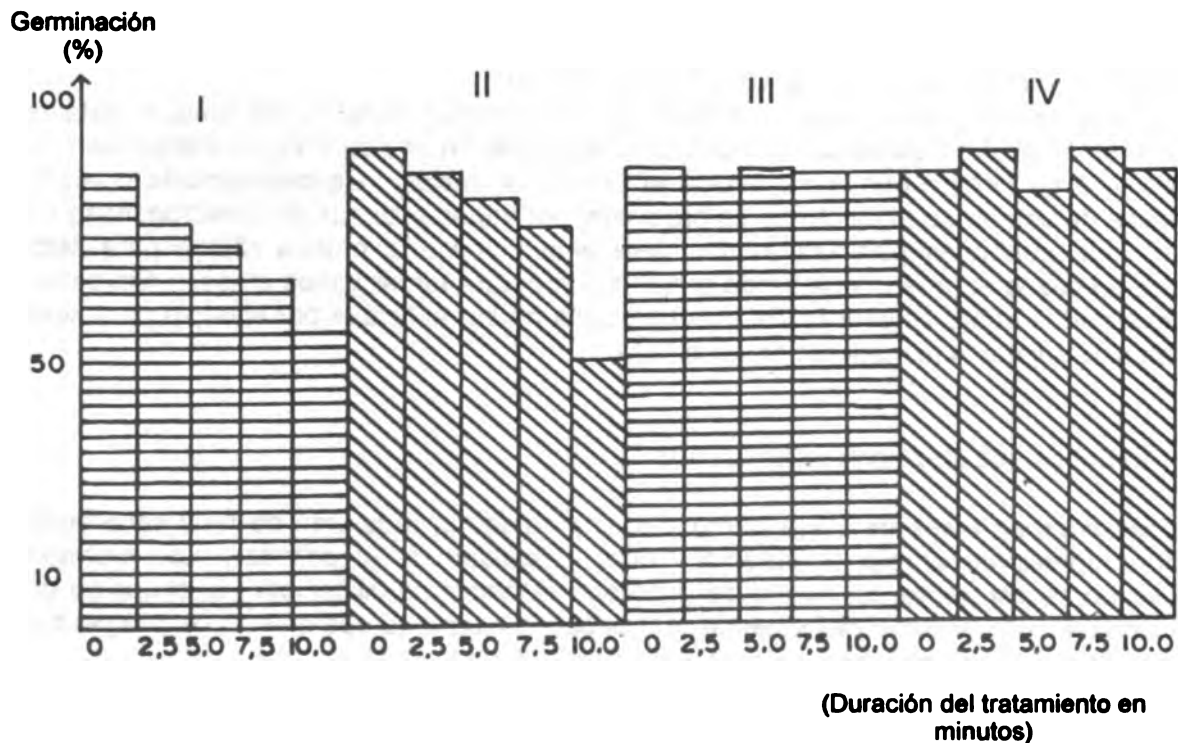


Figura 5. Germinación de semilla de *Pinus caribaea* secada con los métodos I-IV seguido de la maduración de semilla embebida a 60°C por 0-10 minutos (Thomsen 1992). Los No. I-IV representan diferentes regímenes de secado al vacío:

No.	Contenido de humedad		Temperatura De secado (°C)
	(inicial)	(%) (final)	
I	30	6	30
II	20	6	30
III	30	8	10
IV	20	5	10

4.2.2 Otras pruebas que implican germinación

En la prueba Hiltner se registra la germinación de la semilla cubierta por una capa de 3-4 cm de grava.

En la prueba fría, la semilla es expuesta a temperaturas por debajo de las óptimas antes de transferirla a la temperatura normal de germinación. La prueba fue utilizada específicamente para maíz para imitar las temperaturas frecuentemente bajas durante la germinación en el campo a inicios de la primavera.

En la prueba de agotamiento, la semilla es germinada en la oscuridad por un período específico. Las plántulas se volverán etioladas y debido a la oscuridad éstas dependen únicamente de los nutrientes de la semilla. Al final de la prueba, se mide el peso seco de la plántula. Entre más alto sea el peso seco mejor fue la provisión de la semilla y por ende la calidad de la semilla.

El porcentaje de germinación de la semilla en un ambiente con estrés de temperatura e hídrico proporciona información valiosa sobre la calidad de la semilla, debido a que la semilla probablemente experimentará estrés de temperatura e hídrico en el campo. La Fig. 3 muestra una respuesta idealizada.

4.3 Otras pruebas

El alto peso de la semilla (p.e. densidad y tamaño), estuvo para muchas especies arbóreas (incluyendo varios pinos tropicales, *Shorea contorta* Vidal, *Theobroma cacao* L., *Araucaria angustifolia* o Kuntze) relacionada estrechamente con la viabilidad y vigor de la plántula (Bonner 1987) y por ende una medida adecuada de la calidad de la semilla. La Fig. 6 muestra el efecto del tamaño de la semilla sobre la germinación de teca (*Tectona grandis*) y el crecimiento de la semilla y de la plántula.

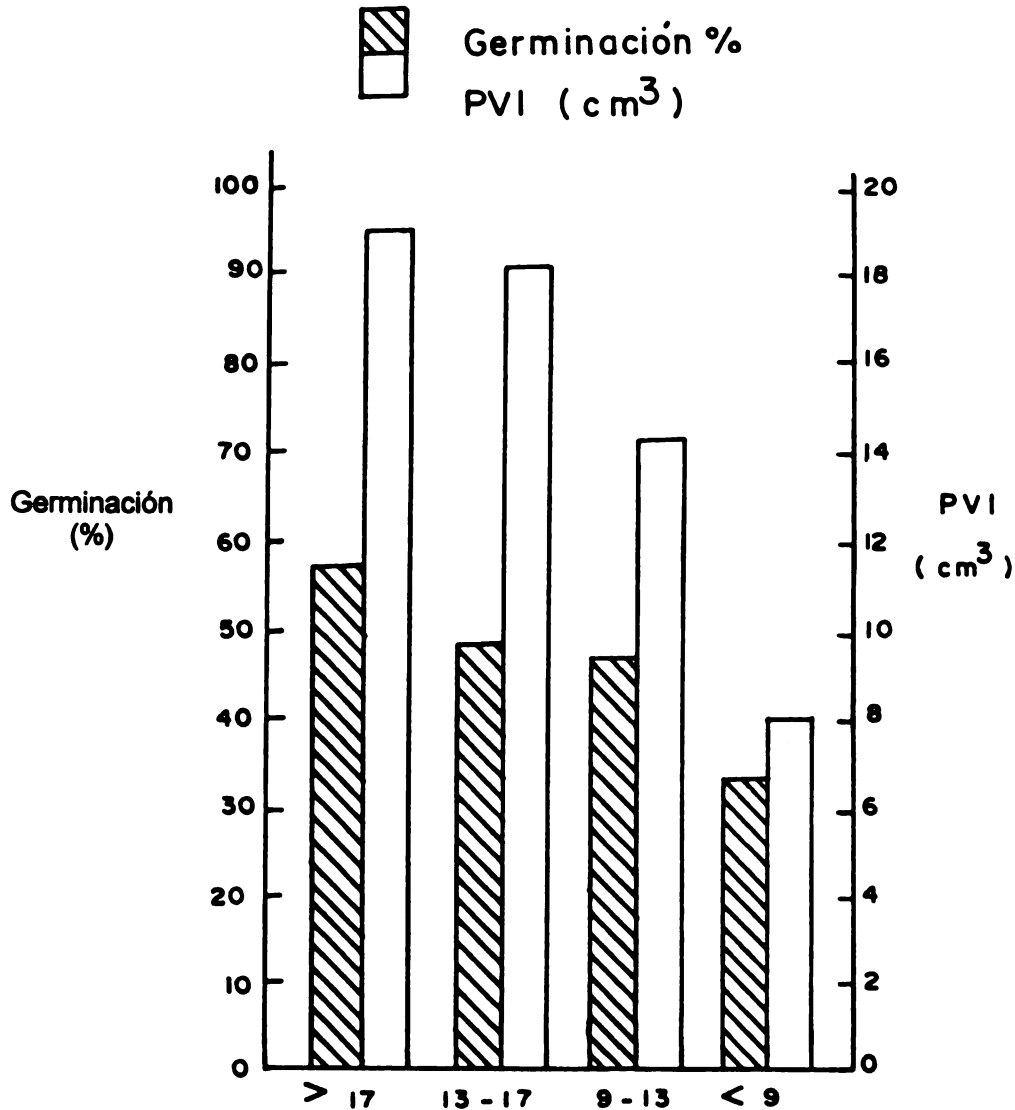


Figura 6. Relación entre el tamaño de la semilla (corte transversal) y el porcentaje de germinación e IVP (Índice de volumen de la planta = altura de la plántula x área basal) de plántulas de *Tectona grandis* a los 5 meses después de la siembra (Msanga 1992).

El tamaño de la semilla puede afectar el crecimiento de la planta por varios años; éste es a menudo el caso para especies de semillas grandes. De este modo, el tamaño de la semilla puede ser un factor particularmente importante en la calidad de la semilla para especies de semilla grande.

La prueba con Rayos-X ha sido desarrollada para un rango de semillas forestales y está muy avanzada para *Pinus* y *Picea* sp. La prueba es especialmente útil para la detección del desarrollo del embrión y por consiguiente su madurez.

4.4. ¿Cuál prueba de calidad elegir?

La prueba de germinación en el laboratorio nunca puede ser omitida y se pueden llevar a cabo otras pruebas para determinar calidad. Si usted desea realizar otras pruebas de calidad, deberá escoger una o varias de las mencionadas y desarrollarlas de manera que se ajusten a sus especies específicas. Para la mayoría de bancos de semillas forestales, la emergencia en el campo es de primordial importancia y usted probablemente se beneficiará más de las pruebas de calidad que simulan el ambiente en el campo en su localidad (p.e. realización de pruebas de germinación a diferentes regímenes de temperatura/irrigación). Sin embargo, si usted tiene problemas específicos de la semilla como insectos o embriones subdesarrollados, la prueba con Rayos X puede aportar información valiosa. La prueba con Tetrazolium y la prueba de conductividad son de una naturaleza más general.

El conjunto de problemas específicos, experimentados en su laboratorio determinará cuáles pruebas de calidad son las más relevantes. Otro factor a considerar es el tiempo y esfuerzo que usted tiene que dedicar al desarrollo de la prueba. Para algunas pruebas, los estudios realizados antes de que éstas sean aplicadas a sus especies, pueden ser muy comprensivas.

5. TECNICAS PARA EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD DE SEMILLA

La calidad de un lote semillero no depende del tiempo en que el lote semillero es procesado y almacenado. Existen técnicas para manipular y mejorar la calidad de la semilla:

- PREVAC (presión/vacío)
- SSI (Separación Seca por Incubación)
- Recubrimiento (PEG y soluciones salinas)
- Tratamiento con hormonas
- Inoculación con micorriza y Rhizobium
- Granulado (siembra con precisión, plaguicidas, nutrientes).
- Pre-germinación

La separación por gravedad, el tamizaje, la flotación y la trilla han sido utilizados por muchos años. Una limitación de estos métodos es que éstos no pueden eliminar la semilla muerta, las cuáles tienen la misma densidad y tamaño que la semilla viva. Sin embargo, los métodos PREVAC y SSI que son más bien sofisticados y desarrollados en Suecia, pueden hacer eso. La Fig. 7 muestra el curso de las técnicas. Durante el paso PREVAC las semillas son remojadas al vacío, las semillas dañadas mecánicamente que presentan rajaduras y grietas pronto absorberán agua, como consecuencia éstas se hundirán hasta el fondo. La fracción no dañada pasa a la etapa SSI. Las semillas absorben el agua seguido de un secado leve. Durante el secado, el tejido muerto liberará agua más rápidamente que el tejido vivo, como consecuencia la semilla muerta pero completa se seca más rápidamente que la semilla viva. De modo que las dos fracciones pueden ser separadas en agua después del secado.

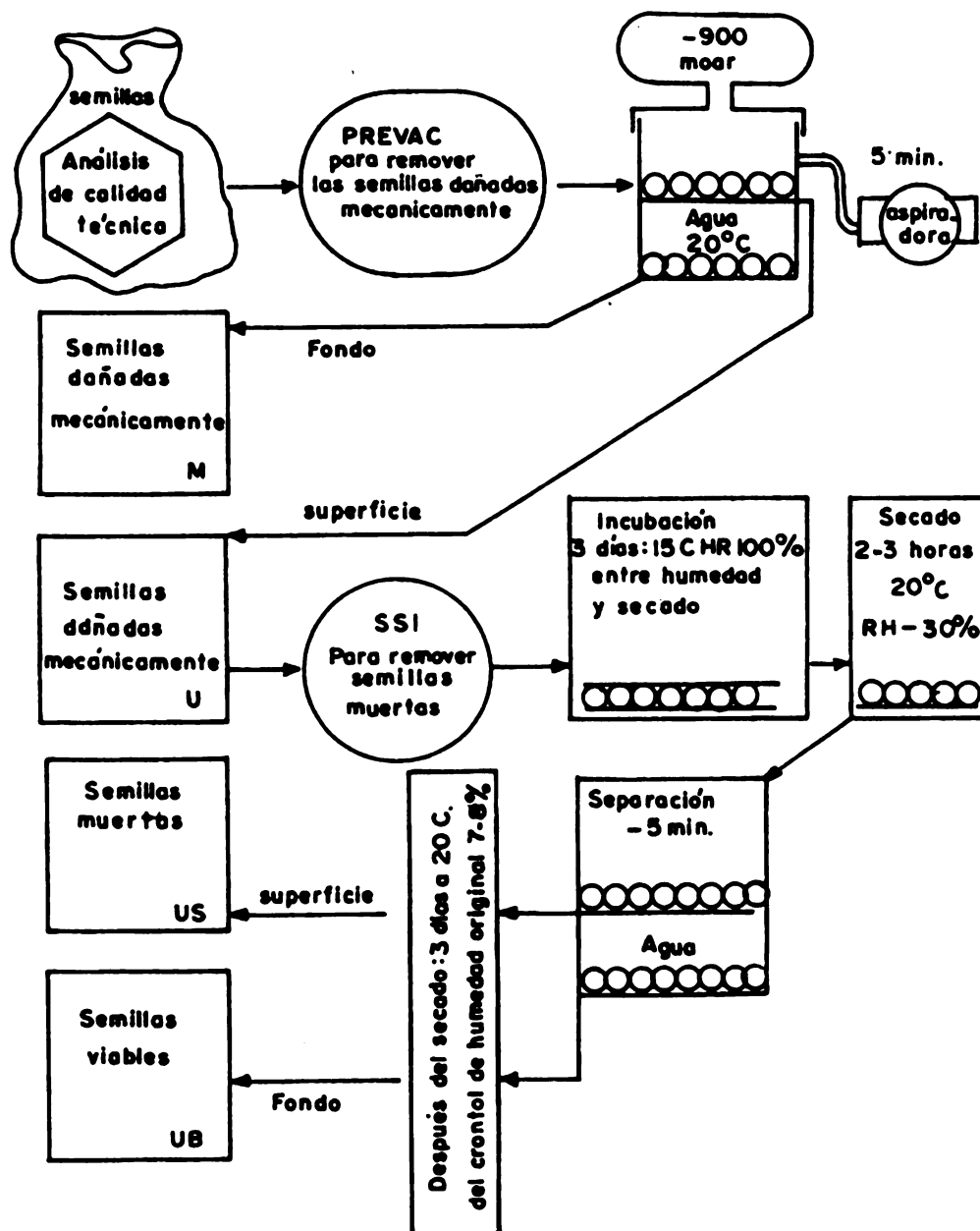


Figura 7.

Diagrama de flujo para la eliminación de semilla dañada en forma mecánica y semilla muerta completa en los métodos PREVAC Y SSI (Willan 1985, p.86, Simak)

La Fig. 8 muestra las diversas fracciones de semilla *Cupressus lusitanica* obtenida por el método SSI. El paso de separación fue más sofisticado que el mostrado en la fig.7 debido a que la separación tuvo lugar bajo flujo de agua. Como resultado, la distancia de recorrido de la semilla se diferenció de acuerdo a su densidad y se obtuvieron 8 fracciones diferentes. La Fig. 8 muestra que el método fue altamente eficaz, incrementando el porcentaje de germinación de un 15%, originalmente, a un 55-65% en las mejores fracciones.

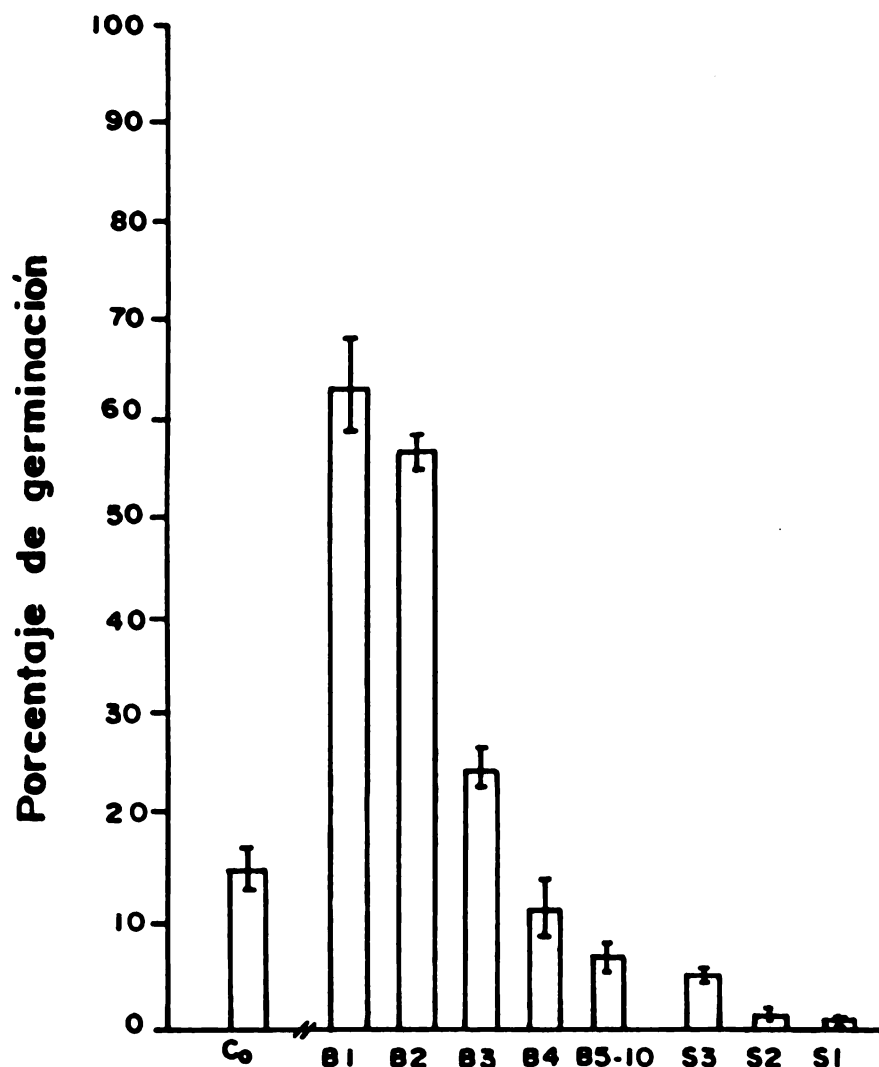


Figura 8. Porcentaje de germinación para las fracciones B1-B10 (fracciones B que se hundieron) y S3-S1 (fracciones S están flotando) después de la separación utilizando el Método SSI. Las barras verticales presentan los errores estándar de las medias (3 x 100) C₀ = control (Bergsten y Sundberg 1989).

El remojo de la semilla en soluciones de sal o polietilenoglicol (un polímero inerte) a potencialidades de agua específicas y generalmente bajo suministro continuo de aire es llamado base. La semilla absorberá agua hasta lograr el equilibrio con este potencial de agua, entre más bajo es el potencial del agua de la solución menor será el equilibrio del contenido de humedad de la semilla. Este tratamiento tuvo un efecto revigorizante en muchas de las semillas de hortalizas, mejorando tanto la viabilidad como velocidad de germinación. La base biológica de esta revigorización es que las semillas están cerca de la absorción total durante el tratamiento de base. Esto permite iniciar todas las funciones vitales de la semilla, sin embargo, la emergencia de la radícula es bloqueada. Por consiguiente, ocurren diversos mecanismos de reparación y síntesis y esto revigoriza la semilla, la cual se torna capaz de realizar un inicio rápido cuando se permite la absorción total seguida por la germinación. El método ha sido ensayado en unas pocas especies forestales pero puede ser particularmente útil en el caso de semilla almacenada donde un período de "actividad de reparación" puede reducir el daño causado por la maduración.

El granulado combinado con micorriza, Rhizobium, nutrientes, plaguicidas, hormonas, etc., tiene perspectivas de largo alcance. Hasta ahora, la técnica es utilizada principalmente para la semilla de hortalizas de muy alto valor económico que son sembradas con técnicas de precisión. Pero algún tipo de granulado, especialmente en relación con la siembra directa es

relevante (donde la semilla es expuesta a condiciones no controladas comparadas con los viveros). Por ejemplo, la semilla de *Acacia tortilis* granulada en un polímero altamente absorbente ha sido sembrada para incrementar la tolerancia al estrés hídrico.

6. OTROS ASPECTOS PARA MEJORAR LA CALIDAD DE LA SEMILLA

Cualquier proceso de selección tiene un peligro inherente de reducir la variación genética. Esto también aplica a algunos métodos de mejoramiento de las semillas forestales. Para algunas semillas agrícolas, el grosor de la testa, la resistencia al daño mecánico y el tamaño de la semilla estaban genéticamente determinados. Muy a menudo no deseamos reducir la base genética en forestería debido a que los árboles estarán expuestos a condiciones ambientales no controladas, tal vez extremas durante su desarrollo. Además los caracteres no deseables podrían no aparecer hasta diez o más años después, por lo que los errores pueden resultar caros. Sin embargo, una serie de métodos para incrementar la calidad no reducirá la base genética. Por el contrario, una semilla de alta calidad implica la menor pérdida de semilla en el vivero, por lo que se asegura la más amplia base genética.

7. REFERENCIAS

- Bergsten, U.; Sundberg, M. 1989. IDS-sedimentation of *Cupressus lusitanica* seeds. In: Turnbull, J.W. (ed.) Tropical Tree Seed Research. Proceedings of an inter-national workshop held at the Forestry Training Centre, Gympie, Qld, Australia, 21-24 Aug. 1989. P.99-102.
- Black, M.; Roberts, E.H. 1989. Seed Quality. *Seed Science and Technology*, 17: 175-185.
- Bonner, F.T. 1987. Importance of seed size in germination and seedling growth. In: Kamra, S.K. & Ayling, R.D. (eds.) Proceedings of the inter-national symposium on forest seed problems in Africa, Harare, Zimbabwe, Aug. 23-Sept. 2, 1987, p. 53-61.
- Bonner, F.T.; Vozzo, J.A. 1986. Evaluation of tree seed by electrical conductivity of their leachate. *Journal of Seed Technology*, 10:142-171.
- Edwards, D.G.W. 1980. Maturity and quality of tree seeds – a state of the art review. *Seed Science and Technology* 8:625-657.
- Heydecker, W. 1972. Vigour. In: Roberts, E.H. (ed.) viability of seeds. P.209-52. Syracuse N.Y., Syracuse University Press.
- ISTA. 1987. Handbook of vigour test methods. ISTA, Zürich, Switzerland.
- Liengsiri, C.; Hellum, A.K. 1984. Seed collection in *Casuarina equisetifolia* L. at Muak Lek, Thailand. *Embryon* 1: 34-40.
- Msanga, H.P. 1992. Influence of seed size on germination and early development of Teak (*Tectona grandis* L.) seedlings. National Tree Seed Project, Tanzania, Research Note.1.
- Perry, D.A. 1978. Report of the vigour test committee 1974-77. *Seed Science and Technology*, 5: 709-719.
- Thomsen, K. 1992. Hot water ageing as a vigour test method of pine seeds. MSc. Thesis, Royal Veterinary and Agricultural University, Copenhagen.
- Willan, R.L. 1985. A guide to forest seed handling. FAO Forestry Paper 20/2.

PRE-TRATAMIENTO DE SEMILLAS²

R.L. Willan

1. INTRODUCCION

Los tratamientos pre-siembra de las semillas tienen como objetivo mejorar la supervivencia o germinación de éstas después de la siembra. El término a menudo se abrevia como "pre-tratamiento de semilla", el cual es realmente un nombre inadecuado, debido a que lo que nos atañe aquí es el tratamiento antes de la siembra de la semilla, no alguna acción previa al tratamiento de la semilla.

En un sentido, cualquier tratamiento de semilla después de que ésta ha sido recolectada se podría considerar como "pre-siembra", pero algunos procedimientos de manejo de semilla la preparan para su almacenamiento o algún proceso adicional. La limpieza de la semilla, por ejemplo, es necesaria si la semilla va a ser almacenada o sembrada de inmediato. Sólo el tratamiento dirigido a preparar las semillas se puede considerar como un "tratamiento pre-siembra". Cuando la semilla es almacenada durante algún tiempo, el tratamiento pre-siembra generalmente se aplica entre su salida del almacenaje y la siembra.

El tratamiento pre-siembra más común es el que se aplica para mejorar tanto la cantidad como la velocidad de germinación. Esto es especialmente importante para especies que muestran latencia, como se describe en la Conferencia "Lecture" C-2. Otros tratamientos incluyen el revestimiento y granulado de la semilla y tratamientos para separar las semillas viables de las no viables, antes de la siembra.

Los beneficios del tratamiento pueden ser ahorro en semilla y espacio en la cama de siembra, un período de trasplante predecible y concentrado y una existencia más uniforme a nivel de vivero. Estos deben, en todo caso, ser comparados contra el costo del tratamiento. Un tratamiento garantizado para incrementar la germinación de 85% a 95% podría no valer el costo extra; uno que la incremente de 5% a 85% ciertamente lo vale. Muchas especies plantadas ampliamente no requieren de ningún pre-tratamiento.

2. TRATAMIENTOS PARA ROMPER LA LATENCIA

Las semillas de muchas especies forestales germinan fácilmente en condiciones favorables. En los bosques tropicales húmedos, por ejemplo, las condiciones de temperatura, humedad y oxígeno son apropiadas para germinar durante todo el año; de modo que la mayoría de las especies germinan pronto después de la dispersión de la semilla, en unos pocos días o semanas. La latencia es un estado en el cual las semillas viables no germinan bajo condiciones normalmente consideradas adecuadas, es decir, bajo la humedad, oxígeno y temperatura

² Trad. "Seed pretreatment". Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Lecture Note C-10. 19p. 1990.

adecuadas. La latencia se da generalmente en especies de áreas con climas estacionalmente severos, y le permite al organismo sobrevivir como una semilla cuando podría morir como una plántula, p.e. durante un invierno muy frío o una estación seca muy prolongada. Hasta en los bosques tropicales húmedos, la latencia ocurre en géneros pioneros que demandan luz, colonizadores como *Macaranga*, *Trema*, *Cecropia*, *Ochroma*. Las plántulas de estos géneros no son capaces de sobrevivir bajo las condiciones de poca luz que se encuentran bajo el dosel forestal no intervenido. La latencia es útil para habilitar la especie para sobrevivir como semilla hasta que se forme una brecha, por causas naturales o artificiales. La latencia se rompe cuando las semillas son expuestas a mayor luz y temperatura en espacios abiertos del bosque. Algunas especies son aparentemente más sensibles a los cambios de luz, otras a los cambios de temperatura (Vásquez-Yanex y Orozco-Segovia 1984).

En la naturaleza la latencia conduce a una germinación retardada e irregular, la cual bajo condiciones naturales, relativamente no controladas debe asegurar que por lo menos algunas de las plántulas germinadas sobrevivan. Cuando el hombre cambia el énfasis de regeneración natural a artificial, altera ambas condiciones y necesidades. Puede controlar la disponibilidad de agua en sus viveros forestales y puede mejorar los efectos de la temperatura sembrando las semillas en la época más favorable del año. Y para una operación eficiente de un vivero, se necesita una germinación rápida y uniforme, completamente opuesto a lo que la latencia natural está adaptada a lograr. Por consiguiente, se necesita diseñar tratamientos para romper la latencia.

Los tratamientos varían de acuerdo con el tipo de latencia presente, así como con los requerimientos de la especie. Debemos recordar también que la latencia puede variar con la fuente semillera, p.e. en una especie con un amplio rango altitudinal, semillas de las fuentes más altas y frías, podrían exhibir mayor latencia que aquellas de las elevaciones más bajas y calientes. También puede variar año con año dentro de la misma fuente semillera, de acuerdo con las condiciones climáticas y con el tiempo transcurrido después de la maduración de la semilla.

La latencia puede dividirse en dos tipos principales. **Endógena o del embrión:** asociada con la condición del embrión mismo. **Exógena o de la testa:** asociada con los efectos de la cubierta de la semilla, que puede incluir no sólo la testa morfológicamente real, sino también tipos de cubierta del fruto persistentes que guardan la semilla, que forman parte de la sámara alada de *Triplochiton* o de la drupa de *Tectona*. La latencia del embrión es más importante en climas templados frescos que en el trópico, mientras que la latencia de la testa es importante en muchas especies de la zona tropical seca.

Pocas especies tienen "doble latencia". Tratamientos separados sucesivos podrían ser necesarios para romper ambas latencias: de la testa y del embrión.

2A. Tratamientos para romper la latencia del embrión.

Esta latencia incluye tanto la morfológica como la fisiológica del embrión. La latencia morfológica ocurre en unas pocas especies como *Fraxinus excelsior*, en la cual los embriones son pequeños e inmaduros al momento de la dispersión de la semilla. Estos se deben desarrollar completamente antes de que las semillas puedan germinar y este desarrollo puede ser inducido o acelerado por medio del tratamiento. El tratamiento estándar para la latencia morfológica es un período de almacenamiento húmedo y cálido. Una sugerencia común:

- (1) Remoje las semillas en una cantidad varias veces su volumen de agua fría aproximadamente 3-5°C por 48 horas.
- (2) Drene el agua y mezcle la semilla con dos a cuatro veces su volumen de un medio humedecido, absorbente como arena, una mezcla de arena/turba o vermiculita.
- (3) Almacene a temperatura cálida. Una constante de 20-25°C o alterna 20°C y 30°C es adecuada para muchas especies.
- (4) Abra los recipientes semanalmente, mezcle las semillas y, si las superficies muestran signos de sequedad, rocíeles agua. Siembre cuando las puntas de las radículas emergentes sean visibles en la mayoría de las semillas.

Exactamente este mismo tratamiento es eficaz para romper la latencia mecánica, que es un tipo de latencia de la testa.

La mayoría de las especies que tienen embriones subdesarrollados también tienen latencia fisiológica, por lo tanto el tratamiento de humedad tibia debe ser seguido de un tratamiento de humedad fría (ver más adelante). Mucho más comunes que la latencia morfológica entre especies de zonas templadas son los casos donde las semillas están completamente desarrolladas al momento de la dispersión o recolección pero son inhibidas de la germinación inmediata por razones fisiológicas. El pre-tratamiento más eficaz para eliminar esta latencia fisiológica es aquel que se aproxima a las condiciones de extremo invierno en la naturaleza p.e. un tratamiento frío húmedo.

Los tres requisitos principales para el éxito con este tratamiento son una fuente de humedad renovable para las semillas, una baja temperatura, y una buena aereación. Sólo las semillas imbibidas se beneficiarán completamente del tratamiento de humedad fría, mientras que una buena aereación es necesaria para proporcionar oxígeno para la respiración y para disipar el calor y el dióxido de carbono. La combinación de una humedad alta y una temperatura baja parece provocar cambios en las relaciones entre célula energía, conduciendo a la actividad bioquímica que transforma sustancias alimenticias complejas en formas más simples utilizadas por el embrión cuando renueva su crecimiento durante la germinación. Las bajas temperaturas no solo favorecen estos cambios bioquímicos sino que también reduce la actividad de los microorganismos y el riesgo de sobrecalentamiento y germinación prematura de las semillas después de la maduración. En el pasado, el método más común de almacenamiento húmedo frío en climas templados era colocar las semillas en hoyos en el exterior, en capas alternadas con capas de un medio que retenga la humedad como arena o turba, y dejarlas por un período de invierno frío. De tal manera que el término "estratificación", es actualmente y a menudo utilizado para incluir cualquier forma de tratamiento húmedo frío, ya sea que las semillas y el medio de almacenamiento estén o no en capas.

Las principales características del método de pozo (hueco) como lo describe Aldhous (1972) son:

- (1) El pozo (hueco) debe estar ubicado en un sitio fresco, bajo sombra y bien drenado; 10 cm de base deben llenarse ya sea con arena o drenaje de grava. Los contenidos del pozo deben permanecer húmedos durante la estratificación, pero nunca deben saturarse de agua.

- (2) 60-80 cm son convenientes para la profundidad y ancho, el largo puede ser ajustado al volumen de la semilla a ser estratificada.
- (3) El hueco debe estar alineado en la base y los lados con un marco con una malla de alambre de 6mm como protección contra los ratones. Después de llenar el hueco se debe cubrir con una tapa del mismo material de la malla.
- (4) La semilla que va a ser estratificada debe ser mezclada con una cantidad cuatro veces su peso de arena y el hueco se debe llenar con la mezcla de semilla/arena a 15 cm de la superficie. Los 15 cm superiores se deben llenar con arena pura.
- (5) El inicio de la estratificación debe ser programada con relación a la fecha de siembra anticipada y el período óptimo de estratificación esperado por las especies. Las semillas deben ser inspeccionadas periódicamente, empezando unas pocas semanas antes de la fecha de siembra. Estas se deben sembrar cuando la mayoría de las semillas se están empezando a abrir y las puntas de las radículas son visibles pero antes de que las radículas se hayan alargado. La siembra retardada conduce a radículas quebradas o dañadas; las especies de madera dura soportan tales daños sin demasiados efectos dañinos, pero puede causar daños severos en coníferas.

Donde hay cuartos de enfriamiento, la estratificación se puede realizar bajo techo, donde se puede ejercer un control más estrecho de la humedad y la temperatura que con el método de hueco. Una temperatura de + 1°C a + 5°C es la recomendada generalmente.

Cajas, latas o cilindros con perforaciones en la base son recipientes adecuados para la semilla, más el medio. Las semillas deben ser remojadas en agua fría antes de la estratificación. Por conveniencia estas pueden ser colocadas en bolsas de tejido flojo, colocadas en discos, lo que mantiene las semillas separadas de las capas alternadas del medio húmedo.

Resultados similares a la estratificación en capas pueden ser obtenidos con muchas especies, almacenando las semillas húmedas en bolsas de polietileno. Las semillas deben ser remojadas en una cantidad de agua equivalente a varias veces su volumen antes del pre-enfriamiento, un remojo por 48 horas a 3-5°C es adecuado para muchas especies caducifolias de zonas templadas. Después del remojo, el agua es drenada y las semillas húmedas son entonces almacenadas a 3-5°C por el período apropiado para cada especie. El almacenamiento puede ser "desnudo" p.e. sin ningún medio, o la semilla puede ser mezclada con 2-4 veces su volumen de un medio como arena húmeda, turba húmeda o una mezcla de las dos. Las bolsas de polietileno de aproximadamente 100 micrones de grosor constituyen recipientes adecuados debido a que son a prueba de humedad pero bastante permeables al oxígeno. Estas deben ser amarradas en forma floja y abiertas en forma semanal cuando la semilla debe ser mezclada, y de ser necesario, re-humedecidas. Un olor a alcohol al abrir una bolsa indica que se está llevando a cabo una respiración anaeróbica, debido a una oxigenación inadecuada; en este caso se debe incrementar la frecuencia de apertura y mezcla.

El proceso es a menudo conocido como "enfriamiento" o "pre-enfriamiento". "El pre-enfriamiento", como pre-tratamiento, se presta a malentendidos. El tratamiento es, estrictamente, un enfriamiento previo a la siembra, no una acción previa al enfriamiento. El pre-enfriamiento al desnudo tiene la ventaja de que es más fácil verificar la condición de las semillas durante la operación de pre-enfriamiento y no hay necesidad de separar las semillas del medio al final del tratamiento. Por otra parte, existe evidencia de que la germinación en algunas especies se beneficia del uso de un medio. En un ensayo, ocurrió menos del 30% de

germinación en 50 días en semillas de *Sambucus racemosa* tratadas "al desnudo", comparado con 60% en 20 días de semillas en una mezcla de turba/arena, siendo los otros elementos en los tratamientos idénticos.

El período de almacenamiento en frío o pre-enfriamiento es generalmente de varias semanas. Algunos ejemplos son: 3 semanas para *Abies* 4-8 semanas para algunas procedencias de *Eucalyptus delegatensis* y hasta 20 semanas para *Liriodendron*.

Como una alternativa a la estratificación y pre-enfriamiento húmedo, se ha aplicado tratamiento químico para la latencia fisiológica, en forma esporádica. El ácido giberélico es el producto químico utilizado más frecuentemente. En general, el tratamiento químico como una operación rutinaria para grandes cantidades de semilla es menos práctico, menos confiable y más caro que el tratamiento frío húmedo. Para ciertas especies, éste puede tener ventajas, en *Nothofagus obliqua*; una inmersión de 24 horas en 5 ppm de ácido giberélico proporcionó un 100% de germinación dentro de un período de doce días de sembrado, comparado con un 88% dentro de 28 días para el mejor tratamiento de enfriamiento húmedo (42 días a 3-5°C). Aparte del ligero mejoramiento en la germinación total, es considerable el ahorro en el período completo desde el inicio del tratamiento hasta la germinación final (1 + 12 días comparado con 42 + 28 días).

Se han hecho intentos, a nivel experimental, para romper la latencia por medio del bombardeo de las semillas con rayos x, ondas sonoras de alta frecuencia, etc. Se han obtenido muy pocos resultados positivos con la utilización de estas técnicas y siempre existe el riesgo de que los cromosomas de las semillas que germinan hayan sido dañados por los rayos x. Es poco probable que el método tenga una aplicación práctica. El uso de rayos x como una técnica de diagnóstico para evaluar la calidad de las semillas sin germinarlas es prometedor, pero esta aplicación es un método de prueba, más que un tratamiento pre-siembra.

2B. Tratamientos para romper la latencia de la testa

La latencia de la testa se puede dividir en (a) Mecánica, (b) Química y (c) Física.

(a) La latencia mecánica

Esta latencia ocurre en especies que tienen testa gruesa y dura pero permeable. Estos permiten la libre absorción de agua y el paso de oxígeno, de manera que el embrión pueda comenzar a desarrollarse y diferenciarse, pero son lo suficientemente duros para evitar que la radícula del embrión rompa la testa y emerja. Para evitar esto, se aplica el mismo tratamiento de humedad tibia descrito anteriormente sobre la latencia morfológica del embrión. El tratamiento debe mantenerse por varias semanas, variando de acuerdo a la especie, hasta 16 semanas para algunas especies de *Crataegus*.

Entre especies tropicales, se ha sugerido que la semilla de *Melia volkensii* puede tener latencia tanto mecánica como física (Milimo y Hellum 1987).

(b) Latencia química

La latencia química de la testa es causada por la presencia de sustancias químicas localizadas en la testa que inhiben la germinación del embrión. Generalmente se puede romper por medio de algún tratamiento líquido que lixivia los químicos. Los métodos de tratamiento húmedo señalados más adelante deben por lo tanto ser eficaces para romper la latencia química así como física de la testa y una combinación de ambos. Los métodos secos, por otra parte los cuales son eficaces para evitar la latencia física, no

tienen ningún efecto sobre la latencia química. Debido a que la latencia química de la testa puede ser enmascarada por los efectos de la latencia física y eliminada por el mismo tipo de tratamiento, a menudo es difícil diferenciarlos entre ellos.

La *Tectona grandis* es una especie tropical en la cual hay evidencia de que la latencia química causada por inhibidores en el pericarpio puede ser importante, no la latencia física. Un extracto acuoso, obtenido de remojar frutos de *T. grandis* por 4 días y utilizado para humedecer el papel filtro, ha sido determinado como inhibidor de la germinación de las semillas de mastuerzo. La germinación fue de 11% en 144 horas en el extracto, comparada con 76% en agua de tanque y 96% en agua destilada. Se ha encontrado que, después de remojar los frutos por 24 horas, el agua había sido embebida justo a través de los lóculos donde se ataron las semillas, sugiriendo que la latencia física no era un problema. Existe gran variación en el grado de latencia entre procedencias de Teca. Algunas no requieren pre-tratamiento, algunas requieren un régimen interno de humedad y secado y otras responden al remojo por cuatro horas en una solución de nutrientes de Sach, lo cual puede indicar un desbalance en la nutrición de las semillas.

Un ejemplo de una procedencia que germina bien, sin tratamiento, tanto en Trinidad como en Nigeria, es la raza "Trinidad land", introducida inicialmente de Tenasserim, Burma en 1913 (Horne 1966). El método tradicional para el tratamiento de la "semilla" de *Tectona* (estrictamente frutos) es esparcirlas sobre una superficie dura al sol en una capa de 5 cm de profundidad y humedeciéndolas completamente, luego darles vuelta de vez en cuando, permitiéndoles secarse y cocerse al sol por un día o dos. Este proceso alterno de remojo, secado y cocimiento se repite varias veces, generalmente entre cinco y diez ciclos, hasta que aparezcan signos de germinación. Cada ciclo de humedecimiento y secado puede ser un día para remojo y de 3-5 días para secado y cocimiento. Tan pronto como se inicia la germinación, se deben sembrar las "semillas" en el vivero. En Tanzania, el remojo preliminar es por 72 horas en sacos bajo chorro o en grandes cilindros. La semilla es entonces sembrada en la superficie a una proporción de 5 Kg por m² y, después de dos días al sol, es cubierta con aproximadamente 2.5 cm de profundidad de suelo y regadas diariamente.

Otros tratamientos que se han utilizado con algún éxito para mejorar la germinación de teca incluyen el uso de fuego y termitas. Los incendios/fuegos naturales son comunes para la mayor parte del rango de teca y el uso de fuego artificial tiene como objetivo reproducir los mismos efectos. Los frutos pueden ser esparcidos en una capa gruesa sobre el suelo y cubiertas con hierba, la cual se enciende, o éstas pueden ser ligeramente quemadas con un soplete. El ajuste de la intensidad del calor para lograr el máximo efecto sobre el pericarpio (fruto) sin dañar el embrión de la semilla requiere de una considerable experiencia.

El uso de termitas también simula lo que sucede en la naturaleza. En Tailandia, se dispersaron los frutos de teca sobre el suelo en una capa de 5 cm de grosor inmediatamente después de la recolección y se cubrieron con cartón. Después de unas cinco semanas las termitas habían eliminado el exocarpo (la capa externa del fruto), y la consecuente germinación, después del humedecimiento y secado alternado, fue mejorado significativamente en comparación con frutos sembrados con el exocarpo intacto.

Aunque muchos de los tratamientos descritos anteriormente han probado ser efectivos en el pasado, existe todavía muy poco conocimiento sobre cuál tipo o tipos de latencia existe en teca y cómo funcionan los tratamientos para romperlo. Parece haber buena evidencia sobre la presencia de inhibidores químicos en algunas procedencias, pero ¿están estos confinados al pericarpio o también ocurren en la testa de la semilla? ¿Es deseable un período de post-madurez del embrión, además de cualquier otro tratamiento que pueda ser indicado? ¿Ocurre la

latencia mecánica? A pesar de toda la investigación *ad hoc* que se ha realizado sobre esta especie, existe todavía mucho por aprender.

La latencia química aparentemente ocurre también en *Terminalia ivorensis*. El remojo y secado alternado diario de los frutos de esta especie por siete días fue eficaz al producir entre 50 - 70% de germinación, mientras que la germinación de la semilla no tratada es generalmente pobre; el remojo bajo agua corriente por una o dos semanas ha sido utilizado exitosamente para eliminar los inhibidores en *Atriplex* spp.

(c) Latencia física

Hasta la fecha, la forma más común de latencia en especies del trópico más seco es la latencia física causada por la testa de la semilla. Estas especies tienen testas duras, cutinizadas que impiden completamente la imbibición de agua y a veces el intercambio de gases. Sin imbibición e intercambio de gases la renovación del crecimiento del embrión y la germinación son imposibles. La latencia física de la testa de la semilla de este tipo ocurre más frecuentemente en especies adaptadas a estaciones secas y húmedas en forma alternativa, incluyendo diversos géneros leguminosos como *Acacia*, *Prosopis*, *Ceratonia*, *Robinia*, *Albizzia*, *Cassia*.

El pre-tratamiento para romper la latencia física de la testa de la semilla está diseñado para desgastar o separar la testa perforándola suavemente para volverla permeable, sin dañar el embrión y el endosperma. Cualquier tratamiento que destruya o reduzca la impermeabilidad de la testa se conoce comúnmente como escarificación. La destrucción de la impermeabilidad en un punto único en la testa es normalmente suficiente para permitir la imbibición e intercambio de gases. Los tratamientos pueden ser divididos en: (1) Escarificación seca (2) Escarificación húmeda y (3) Métodos biológicos.

Escarificación seca. Uno de los métodos más simples y más directos es cortar, perforar o hacer un pequeño hueco en la testa de cada semilla antes de la siembra. Este método se ha considerado como apropiado en las Filipinas para semillas grandes de leguminosas en los géneros *Azalia*, *Albizzia*, *Intsia* y *Sindora* y en Honduras para *Acacia*, *Prosopis*, *Enterolobium* y otras leguminosas. La semilla de *Intsia* es cortada en cada extremo y una tercera vez en el área del hilo y micropila; ésta última área es la más importante. En Tanzania, el pericarpio duro y erizado de *Pterocarpus angolensis* es cortado en un borde con un cuchillo o quebrado a golpes. En las Filipinas, la testa dura de *Eusideroxylon* es quebrada con un martillo. En *Calophyllum*, la eliminación completa de la testa ha producido una mejor germinación que el corte. El corte o la eliminación de una pequeña porción de la testa con un alicate filoso para corte o un escalpelo, sin dañar el embrión, puede ser altamente eficaz, cuando esta tarea la realiza un operador capacitado.

En ensayos con 8 especies de *Acacia* spp. de Australasia en Australia y Tailandia, el corte de la testa fue consistentemente uno de los mejores tratamientos, con una germinación a menudo sobre el 90% en 30 días, comparado con menos de 10% en muchos de los testigos. Este también dio la mejor germinación en experimentos con dos especies de testa dura de Kenya, *Acacia xanthophloea* y *Trachylobium verrucosum*, mientras que en Zimbawe ésta fue casi tan buena como el tratamiento con ácido en *Acacia albida*, nuevamente con más del 90% de germinación. La superioridad de estos dos tratamientos en velocidad de germinación fue más marcada a los 18 días después de la siembra que en la germinación final. A los 30 días después de sembrada, lo cual fue considerado el período máximo aceptable para germinación en el trabajo práctico a nivel de vivero, la germinación fue de 97.6% después del corte de la testa, 98.0% después del tratamiento con ácido, 4.8% después de 24 horas de remojo en agua

fría y 8.8% después de la aplicación de agua hirviendo y dejando las semillas en remojo por 24 horas en la misma agua hasta que se enfríe.

Resultados satisfactorios similares se obtuvieron en Malawi frotando las semillas en forma individual con papel lija de calibre medio. Los tratamientos fueron aplicados a 10 especies nativas y 11 especies exóticas de madera dura. En el caso extremo de *Enterolobium cyclocarpum*, la escarificación con papel lija incrementó la germinación de 0% a 100% al igual que con el tratamiento con ácido (20 minutos). En ensayos en Pakistán el papel lija probó ser el tratamiento más eficaz al incrementar y acelerar la germinación en algunas especies de testa dura. Como un ejemplo, las semillas de *Leucaena* tenían cero germinación en el testigo sin tratamiento y después de un remojo de 24 horas en agua fría. Esta se incrementó a 42% en 26 días por 1 minuto de remojo en ácido sulfúrico concentrado, a 60% en 13 días por 2 minutos en agua hirviendo y a 100% en 3 días con el tratamiento con papel lija. En ensayos en el laboratorio en Suecia, la escarificación con papel lija, seguido por un remojo de 3 horas en agua fría, fue el tratamiento más eficaz para *Acacia farnesiana*, obteniendo una germinación de 88% en 7 días y 100% en 21 días, comparada con 63%, 23% y 3% en 21 días, respectivamente, para remojo en ácido sulfúrico concentrado, alcohol puro y agua caliente.

Debido a que cada semilla es tratada en forma separada con un corte manual o papel lija, es fácil ajustar la intensidad del tratamiento de acuerdo al grosor de cada testa en particular. Cuando las semillas son tratadas por lotes, como en los tratamientos con ácido o agua caliente, no se puede hacer ninguna consideración con respecto a la variación individual entre semillas; un tratamiento apropiado para una semilla de testa gruesa puede ser excesivo para una testa delgada, penetrando así el delicado embrión y matándolo. El tratamiento manual es ideal para experimentos a pequeña escala cuidadosamente controlados. Como regla general, exige demasiado tiempo para ser apropiado para el uso a gran escala en el campo.

Para el tratamiento de grandes cantidades de semilla, la escarificación mecánica es más apropiada que el método manual. La semilla puede ser revuelta o agitada en una mezcladora para cemento con grava o arena, o en un cilindro especial cubierto con un material abrasivo como lija, cemento o vidrio quebrado o incorporando discos abrasivos por rotación. Si se utiliza grava o arena, esta debe ser tamizada para asegurar que ésta puede ser separada de la semilla con el uso de un tamiz apropiado. El método no es apropiado para semillas con resina abundante o pulpa que podría atascar la máquina. Se debe tener cuidado de evitar el sobretratamiento causando daños que pueden reducir o destruir la capacidad de germinación de las semillas. El examen de la superficie de la testa, con lupa, de ser necesario, o probando la capacidad de la semilla para absorber agua, demostrado por el inflamiento, puede ser utilizada para estimar la efectividad de la escarificación.

En la India, la escarificación mecánica es utilizada con éxito para romper la latencia de la testa en *Acacia catechu*, *A. nilotica* subsp. *indica*, *Albizia falcataria*, *A. lebbek*, *Cassia fistula*, *C. javanica*, *C. nodosa*, *Delonix regia*, *Dichrostachys cinerea*, *Santalum album*, *Terminalia arjuna* y *T. tomentosa*. Stubsgaard (1986) describió un escarificador mecánico de impacto de fabricación doméstica, en el cual la semilla es lanzada centrífugamente desde un hueco rotatorio contra la superficie interna de un cilindro de concreto. En *Prosopis*, esta "pistola para semillas" dio resultados de germinación casi tan buenos como la perforación de la testa de las semillas en forma individual con un taladro de odontología. En *Acacia*, la velocidad de rotación pareció ser de mayor importancia que en *Prosopis*. Por ejemplo en *Acacia nilotica* subsp. *tomentosa*, el incrementar la velocidad de rotación de 800 a 1100 r.p.m. incrementó la germinación por un factor superior a 4, mientras que en *A. senegal* ésta disminuyó en un 20%.

En el trópico seco y húmedo, el fuego es un factor natural poderoso en la eliminación de la latencia de la testa. Un fuego voraz mataría las semillas pero un fuego de ligero a moderado, como los asociados con la quema temprana controlada, reducirá la impermeabilidad de la testa y estimulará la germinación. El fuego ha sido utilizado para estimular la germinación de *Aleurites moluccana* en las Filipinas. Las nueces son esparcidas en forma pareja sobre el suelo y cubiertas con una capa de 3 cm de grosor de la hierba *Imperata* seca, a la cual se le prende fuego. Tan pronto como se quema la hierba las semillas se colocan en agua fría. El cambio rápido de temperatura causa que las nueces se quiebren y estén listas para la siembra. Una alternativa es sembrar las nueces a un espaciamiento adecuado con sólo la mitad de su diámetro dentro del suelo. Se coloca una capa de hierba *Imperata* sobre la cama de semilla y se le prende fuego. Después de la quema, la cama de semilla es rociada con agua y las nueces son empujadas a 2cm de profundidad en el suelo y regadas completamente.

En Sabah, Malasia, se encontró que una exposición de 10 minutos de semilla de *Acacia mangium* a una temperatura de 100°C en un horno fue casi tan efectivo para romper la latencia como la inmersión por 30 segundos en agua a 100°C, seguida en ambos casos por el remojo durante la noche a temperatura ambiente; el calor seco dió 83% de germinación comparada con 92% del tratamiento con agua caliente. El tratamiento con agua, sin embargo, tiene considerables ventajas al asegurar que todas las semillas en un lote reciben la misma cantidad de calor.

El calor seco también puede ser aplicado a las semillas en forma individual por medio de un quemador eléctrico incandescente. Stubsgaard (1986) describió el "quemador incandescente", disponible comercialmente, mientras que Robbins (1986) describió un dispositivo equivalente de fabricación casera. Un solo toque del alambre caliente sobre la testa debe volverla de inmediato permeable al agua y al oxígeno. El método ha dado resultados comparables con el corte manual y el taladrado y es 5-10 veces más rápido. Ambos autores enfatizan la importancia de tocar la testa en un punto donde no haya peligro de daño para la radícula. En el caso de *Acacia* y *Prosopis* este punto se localiza dentro de la areola, la porción central ligeramente levantada en cada parte plana de la semilla.

Escarificación Húmeda. Aunque se han probado varios líquidos como un medio para remojo para romper la latencia de la testa, sólo dos han sido ampliamente adaptados debido a la combinación de su eficacia y bajo costo. Estos son agua y ácido sulfúrico.

El remojo en agua a temperatura ambiente a veces incrementa la velocidad de germinación en semillas sin latencia y ligeramente latentes. También se utiliza conjuntamente con y siguiendo un tratamiento más fuerte. En ambos casos, parece ser que el efecto es simplemente una imbibición más rápida de la humedad del agua que rodea la semilla de la que se puede lograr en una cama humedecida de semillas. El agua fría sola es más bien ineficaz si se quiere romper la latencia física fuerte de la testa.

El agua caliente o hirviendo es a menudo más eficaz, pero el tratamiento debe ser controlado estrictamente en términos de temperatura exacta del agua, el período durante el cual éste es aplicado y la proporción de volumen de agua por volumen de semilla. Cada especie, y algunas veces las fuentes semilleras dentro de cada especie, podrían requerir de una combinación diferente.

El tratamiento con agua caliente ha dado buenos resultados con un número de semillas de especies leguminosas. Estas semillas son generalmente colocadas en agua hirviendo, la cual es retirada de inmediato de la fuente de calor y se deja enfriar en forma gradual, las semillas

permanecen en el agua por unas 12 horas. Estas absorben el agua y se inflan conforme ésta se enfría. La relación apropiada entre volumen de agua y volumen de semillas puede determinarse por medio de experimentación. Esta relación puede variar considerablemente de acuerdo a la especie, se han sugerido proporciones desde 2-3 veces a 5-10 veces tanta agua como semilla. Algunas especies responden mejor a una temperatura inicial menor a la ebullición, p.e. *Albizzia falcataria*. Una temperatura inicial de 90°C, enfriada a temperatura ambiente a 20°C, ha dado buenos resultados con *Parkinsonia aculeata* y *Ziziphus spina-christi*. *Leucaena leucocephala* fue probada en Filipinas a diferentes temperaturas iniciales de agua y períodos de remojo y enfriamiento, y un minuto de remojo a partir de una temperatura inicial de 80°C dio el mejor resultado, 90% de germinación. El período de remojo y enfriamiento pareció tener poco efecto, p.ej. 80°C iniciales, remojo y enfriamiento por 6 horas dio 89% de germinación. La temperatura inicial del agua tuvo un gran efecto, la germinación fue de sólo 30% después de una temperatura inicial de 100°C y de sólo 25% después de una temperatura inicial de 40°C.

En Sabah, en semilla de *Acacia mangium* se encontró una estrecha relación entre la temperatura inicial del agua y su consecuente germinación. La germinación se incrementó progresivamente desde 5% después de la inmersión en agua a 30°C a 91% después de la inmersión a 100 °C. El tratamiento indicado para esta especie es ahora sumergir en 5 veces su volumen de agua a 100%, revolver por 30 segundos mientras el agua se enfría, vaciar el agua caliente y remojar durante la noche en 20 veces su volumen a temperatura ambiente. Se recomienda una temperatura inicial menor a 80-90 °C para *Albizzia falcataria*. Algunas especies de *Acacia* requieren un tratamiento más severo. En Australia se encontró que, mientras que el tratamiento estándar con agua hirviendo mejoró la germinación de la especie *Acacia siberiana*, que es excepcionalmente resistente, de 2% a 10%, la permanencia de la semilla en agua por 60 minutos alcanzó 60% de germinación en dos semanas.

El tratamiento con ácido sulfúrico ha sido eficaz para muchas especies subtropicales, p.ej. *Gleditsia Triacanthos* (1 hora) y *Ceratonia siliqua* (2 horas). Ejemplos de especies tropicales que responden bien son *Intsia palembanica* (60 minutos en remojo), *Parkia javanica* (15 minutos), *Dialium maingayi* (5 minutos), *Acacia albida* (20 minutos), *Acacia nilotica* (60-80 minutos), *Acacia senegal* (40 minutos), *Acacia planifrons* (2 horas) y *Prosopis tamarugo* (7 minutos). La semilla pelada de *Pterocarpus angolensis* tratada con ácido proporcionó una germinación de un 60% entre 4 y 19 días después del tratamiento, comparado con un 16% entre 11 y 37 días en el testigo. En el Sudán se encontró que las semillas de *Albizzia lebbek*, *Cassia fistula* y *Prosopis chilensis* pueden ser almacenadas exitosamente por más de 3-4 meses después del tratamiento con ácido sulfúrico o agua caliente. El almacenamiento después del tratamiento es también práctico para varias especies de *Acacia*.

La eficacia relativa del tratamiento con agua caliente o hirviendo y el tratamiento con ácido sulfúrico depende en gran medida de la especie. En experimentos con dos especies originarias de Kenya, se encontró que el agua hirviendo fue superior al de ácido en *Acacia xanthophloea*, mientras que lo inverso ocurrió en el caso de *Trachylobium verrucosum*; la práctica de hacer muescas dio mejores resultados que ninguno otro en ambas especies. En Zimbawe, el ácido fue claramente superior al agua caliente, y tan bueno como el muescamiento, en *Acacia albida*. También se obtuvieron resultados buenos y consistentes con ácido en *Cassia fistula* en la India. Se dio una clara correlación entre el período de inmersión en ácido y la subsecuente germinación, la cual se incrementó en forma estable de 65% después de un minuto a 96% después de 20 minutos y luego cayó en forma constante a 69% después de 60 minutos de inmersión; cantidades comparadas con 87% y 42% para el mejor y el peor de los tratamientos con agua caliente. La semilla que se ha almacenado por un largo período podría requerir un período más largo en el ácido que la semilla fresca, la cual podría ser severamente dañada por

la duración misma del tratamiento. Se requiere de extremo cuidado en el manejo del ácido sulfúrico y este método no es adecuado para ser utilizado por personal no capacitado.

El tratamiento con ácido ofrece diversas ventajas. Es eficaz para muchas especies y requiere poco o ningún equipo especial. El costo es razonable. La mayor parte del ácido puede ser recuperado y re-utilizado cuando la semilla es remojada en un recipiente. Las semillas tratadas pueden mantenerse de una semana a un mes o más antes de la siembra, con un deterioro mínimo. Debido a que el proceso deja la semilla seca, firme y sin infiar, se pueden plantar con sembradoras mecánicas o en forma manual.

También existen desventajas. La duración del tratamiento debe ser determinado con atención y la temperatura debe ser cuidadosamente controlada, especialmente en lotes muy grandes, para evitar daños serios a las semillas. Los trabajadores también ponen en peligro su seguridad. El tratamiento con agua caliente/hirviendo normalmente será preferido, a menos que haya una diferencia sustancial a favor del tratamiento con ácidos. Cuando se utiliza ácido, se debe tener el cuidado de reforzar las precauciones de seguridad. El anexo 1 proporciona los lineamientos para las técnicas de manejo, basados en la experiencia obtenida en Estados Unidos.

Métodos Biológicos. Los animales y micro-organismos por naturaleza son importantes para el rompimiento de la impermeabilidad de la testa. Las aves y los mamíferos de mayor tamaño desempeñan un papel adicional en la ampliación del rango de especies de semilla dura, que de otra manera se propagaría muy lentamente. En Africa se ha afirmado que la distribución de la palma silvestre *Borassus aethiopum* está estrechamente relacionada con las rutas migratorias de los elefantes, y los cálaos son responsables en gran parte de la rápida propagación de *Maesopsis eminii* en Usambaras del este en Tanzania. Es difícil hacer uso de este tipo de interruptores naturales de latencia para el pre-tratamiento controlado de las semillas, pero en algunos pocos casos se han obtenido resultados exitosos.

Las semillas de *Acacia senegal* y *Ceratonia siligua* que han pasado a través de los tractos digestivos de cabras germinaron con facilidad cuando se colocaron en condiciones favorables, debido a la acción de los fuertes químicos digestivos. Alimentando las cabras estabuladas, con las vainas y recolectando luego las semillas del excremento es un pre-tratamiento conveniente para estas especies. La semilla de *Acacia nilotica* es expulsada después de la ruminación de ovejas y cabras, pero pasa directo por el tracto digestivo del ganado vacuno. En cualquier caso, la germinación puede ser mejorada por la acción digestiva. Sin embargo, Schmidt (1988) encontró que semillas con testa menos dura podrían ser digeridas y destruidas por las cabras y esto podría contrarrestar cualquier efecto benéfico sobre la germinación de semillas de testa más dura.

Las termitas son agentes importantes para el rompimiento natural de la latencia de la testa en muchas partes del trópico. Las termitas han sido utilizadas en Tanzania para romper el fruto alado y quebradizo de *Pterocarpus angolensis*. La inspección periódica es esencial para asegurar que el proceso no sea excesivo.

La fermentación parcial, la cual es dañina para muchas semillas, puede ser beneficiosa para el rompimiento de la latencia de la testa. Los frutos de *Tectona grandis* al sur de Sudan fueron dejados sobre el suelo durante la época lluviosa para lograr una fermentación parcial. Una vez recolectadas, fueron estratificadas en un hueco con capas de (a) Semilla (b) Materia Orgánica (c) Suelo y regadas diariamente por 10 días. Esto resultó en una germinación satisfactoria.

En China las semillas de *Pinus bungeana* han sido tratadas exitosamente con soluciones de esporas de hongos, lo que produce enzimas capaces de volver los conos de la semilla permeables al agua. El mejor tratamiento, un remojo por 5 días en una suspensión de esporas, para *Aspergillus niger* produjo 67% de germinación en 40 días comparado con 15% en el testigo (remojo en agua durante el mismo período).

2C. Tratamientos para romper doble latencia

Tratamientos separados, sucesivos para romper más de un tipo de latencia en la misma semilla son raramente necesarios en el trópico. Estos son esenciales para algunas especies de zonas templadas.

Cercis canadensis es un buen ejemplo; los tratamientos individuales dieron menos de un 10% de germinación en todos los casos, mientras que las aplicaciones sucesivas de tratamientos para romper la latencia de la testa y la latencia interna proporcionaron una rápida germinación de 45% (escarificación mecánica) o 65% (escarificación con ácido). Las combinaciones de latencia que comúnmente necesitan tratamientos separados son la latencia física de la testa con la latencia del embrión como en el ejemplo en *Cercis*, y la latencia morfológica del embrión con la latencia fisiológica del embrión como en *Fraxinus excelsior*.

3. REVESTIMIENTO DE LA SEMILLA Y GRANULADO

En los tratamientos con revestimiento de la semilla granulada, la superficie de las semillas es cubierta con algún material inerte, el adhesivo, al cual se pueden adicionar diversos químicos (fertilizantes, repelentes, insecticidas, fungicidas, anti-desecantes, colorantes).

El costo del revestimiento de la semilla es raramente justificado cuando las plantas son cultivadas en un vivero. Los fertilizantes, fungicidas o insecticidas pueden ser aplicados de manera más conveniente al suelo del vivero que a la semilla, mientras que una buena higiene del vivero junto con la presencia de su personal durante el día y la instalación periódica de trampas o combate con veneno que deben ser eficaces contra las aves y roedores. El granulado es, sin embargo utilizado algunas veces para mejorar la uniformidad del tamaño y forma de la semilla para la siembra mecánica en el vivero.

El principal uso de la granulación es para la siembra directa, incluyendo métodos aéreos/al voleo. Las medidas de protección para el cuidado de semillas en forma individual después de la siembra son poco prácticos y el granulado es el único medio posible para lograr algún grado de protección. Actualmente se da mayor énfasis a la protección de la semilla mediante la incorporación de fungicidas, insecticidas y repelentes; la inclusión de fertilizantes es raramente practicada. Un ejemplo de un uso exitoso fue con métodos aéreos/al voleo con semilla de pino del sur de Estados Unidos. La formulación del revestimiento consistió de endrin y arasan como protectores, adherido con latex. Los rendimientos de plántulas en estudios de campo comparando semilla con revestimiento y semilla sin tratar fueron 55 a 1 *Pinus palustris* y 12 a 1 para *P. taeda*. El revestimiento de semilla de eucalipto es practicado para siembras al voleo/aérea en bosques montañosos talados al sur de Australia, donde un área de 8.000 a 12.000 ha, anualmente han sido regeneradas por medio de este método. La siembra aérea ha sido utilizada muy poco en el trópico pero ha sido algo exitosa en ensayos en Indonesia en el

centro y el este de Java en áreas dominadas por hierba *Imperata*, utilizando *Leucaena leucocephala*, *Calliandra calothyrsus* y *Acacia auriculiformis*.

Magini (1962) describió un método de revestimiento de semillas mediante el uso de una pequeña mezcladora de cemento. La semilla es colocada en la mezcladora (un lote de aproximadamente 12 Kg por turno es lo adecuado) se moja con una solución adhesiva de látex que consiste de una parte látex y nueve partes de agua a proporción de un octavo a un cuarto de litro por Kg de semilla. Luego se agrega suficiente polvo tratador para secar el adhesivo, generalmente en una relación de volumen de cuatro partes de polvo para una parte de adhesivo. El grosor del revestimiento depende de la cantidad de adhesivo en relación con la cantidad de semilla. El tiempo total de mezcla no debe exceder los cuatro minutos, debido a que la agitación prolongada daña las semillas o destruye la capa granulada. El método de mezcla formulado por el servicio forestal de Estados Unidos *Pinus elliotii* se ilustra en forma gráfica en el anexo 2.

En Honduras, la siguiente mezcla ha probado ser adecuada para *Pinus oocarpa* y *P. caribea* en siembra directa: 60 g. Arasan, 20 g 50% Endrin, 5 ml de latex y 100 ml de agua por 1 Kg de semilla pura. Esta concentración es considerablemente menor que la recomendada para pino en el sur de los Estados Unidos, debido a que se encontró que una mayor concentración causa daño a esta especie tropical.

4. OTROS TRATAMIENTOS PRE-SIEMBRA

Es a veces deseable separar las semillas viables de las no viables. El método ISS (Incubación-secado-separación) descrito por Simak (1981) incluye un procedimiento de pre-germinación de la semilla sana y es por lo tanto un tratamiento adecuado para aplicación entre el almacenamiento y la siembra, y no entre el procesamiento y el almacenamiento. Es apropiado en casos donde la semilla debe ser sembrada después de un largo período de almacenamiento, debido a un amplio intervalo entre buenos años para la semilla -una década o más a veces en coníferas en zonas nortefías. La semilla almacenada por estos períodos prolongados puede contener una proporción sustancial de semillas completas que han perdido su poder de germinación y la separación de semillas viables de las no-viables facilita las operaciones subsecuentes en el vivero.

El método incluye tres etapas: (1) La provisión de las condiciones ideales para iniciar los procesos internos en las semillas que conducen a la germinación en semillas viables, especialmente la imbibición de agua. (2) Resecamiento parcial de las semillas. Las semillas viables retienen más agua absorbida después del ressecado que las semillas muertas y su gravedad específica es por lo tanto mayor. (3) La separación, p.ej. por flotación, de las semillas viables de las no-viables. Cuando se aplicó a *Pinus sylvestris*, 10 Kg de semillas con 67% de germinación, este método separó las semillas en una fracción de 7.3 Kg de "hundidas" con 90% de germinación y una segunda fracción de 2.7 Kg de "flotantes" con 13% de germinación. El componente resultante con la mayor germinación puede ser sembrado a una tasa de una sola semilla por bolsa de papel en el invernadero y la germinación es más rápida debido al tratamiento pre-germinativo. El método tiende a tener más aplicación en circunstancias donde: (1) Se espera una proporción sustancial de semillas completas pero no viables después del almacenamiento. (2) El control estricto de la temperatura y condiciones de humedad es posible. (3) La semilla viable obtenida después de la separación puede ser sembrada en el vivero con un atraso mínimo.

Este método no es apropiado para el tratamiento de semillas en almacenamiento prolongado para propósitos de conservación genética. Existe el riesgo de una pérdida sustancial de la viabilidad que en un lote semillero podría estar asociado con un cambio significativo en las proporciones de los genotipos sobrevivientes. Por esta razón es preferible sembrar el lote de conservación tan pronto como las pruebas de germinación regulares revelen el momento de viabilidad reducida. Por la misma razón, podría no ser aconsejable establecer semilleros en plantaciones originadas de este tipo de lote semillero.

También es posible separar mecánicamente semillas completas, pero dañadas, de las semillas no dañadas. Un método consiste en colocar las semillas secas en un cilindro lleno de agua. La presión por centrifuga es aplicada al sistema haciendo girar el cilindro (5000 revoluciones por minuto ha sido comprobada como una velocidad eficaz) por un período suficiente para hacer que las semillas dañadas absorban suficiente agua para hacer que se hundan, mientras que las semillas no dañadas absorban poca agua y permanezcan flotando. En un lote semillero de *Pinus sylvestris* que se conoce tiene un 26% de semillas dañadas mecánicamente, se encontró que el 20% de las semillas se han hundido después de un minuto de rotación en el cilindro y 25% después de 5 minutos. Cerca de 98% de las semillas hundidas estaban dañadas y solo 2% de las flotantes. La germinación en las hundidas fue de cerca de 3% y en las flotantes 85%.

Este tratamiento está basado en el hecho de que las semillas con testas no dañadas absorben agua de manera menos fácil que aquellas con testas dañadas, mientras que el tratamiento ISS está basado en el hecho de que una semilla viva que absorbió agua libera humedad de manera menos fácil durante el secado que la semilla muerta humedecida.

5. REFERENCIAS

- Aldhous, J.R. 1972. Nursery Practice. London. For. Comm. Bull. 43.
- Bonner, F.T. 1974. *Fraxinus* L. Ash. In Seeds of Woody Plants in the United States. USDA. Agriculture Handbook No 450.
- Bonner, F.T.; McLemore, B.F.; Barnett, J.P. 1974. Presowing treatment of seed to speed germination. In Seeds of Woody Plants in the United States. USDA. Agriculture Handbook No. 450.
- Bowen, M.R.; Eusebio, T.V. 1981. *Acacia mangium*. Updated information on seed collection, handling and germination testing. Sepilok, Sabah, For.Res.Centre. Occasional Tech. and Scientific Notes, Seed Series No. 5.
- Gordon, A.G.; Rowe, D.C.F. 1982. Seed manual for ornamental trees and shrubs. HMSO London. For. Comm.Bull. 59.
- Home, J.E.M. 1966. Teak in Nigeria. Lagos. Nigerian For. Inf.Bull. (New Series) No.16.
- Kariuki, E.M. 1987. Effects of presowing treatment on seed germination of four important tree species in Kenya. Proc. Internat. Symposium on Forest Seed Problems in Africa, Harare, Zimbabwe. Aug.23-Sept.2 1987. Umeå, Sweden.
- Laurie, M.V. 1974. Tree Planting Practices in African Savannas. FAO. For. Dev. Paper No. 19.
- Magini, E. 1962. Forest seed handling, equipment and procedures: II Seed treatment, Storage, testing and transport. Unasylva 16(1): 20-35.
- Milimo, P.B.; Hellum, A.K. 1987. Studies of the structure and development of seeds of *Melia volkensii*. Proc. Internat. Symposium on Forest Seed Problems in Africa, Harare, Zimbabwe. Aug.23-Sept.2 1987. Umeå, Sweden.
- Ngulube, M.R.; Chipompha, N.W.S. 1987. Effect of seed pretreatment on the germination of some hard-wood species for dry zone afforestation in Malawi. Proc. Internat. Symposium on Forest Seed. Problems in Africa, Harare, Zimbabwe. Aug.23-Sept.2 1987. Umeå, Sweden.
- Robbins, A.M.J 1986. Escarificador de semillas con alambre caliente de fabricación doméstica. DANIDA Forest Seed Centre, Tech. Note No. 29. CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 36.
- Schmidt, L.H. 1986. A study of natural regeneration in transitional lowland rain forest and dry bushland in Kenya: aspects of dispersal, dormancy, germination and seedling survival. Thesis report, Botanical Inst., Univ. of Aarhus and Botanical Laboratory, Univ. of Copenhagen.
- Simak, M. 1981. Bortsortering av matat - dött frö ur ett fröparti. Inst. för Skogsskötsel, Sveriges Lantbruks-universitet SST 5/81. Sweden.
- Singh, Surendra. 1987. Effect of hot water and acid treatment on germination of *Cassia fistula* L. seeds. Proc. Internat. Symposium on Forest Seed Problems in Africa, Harare, Zimbabwe. Aug.23-Sept.2 1987. Umeå, Sweden.
- Sniezko, R.A.; Gwaze, D.P. 1987. Effect of seed treatments on germination of *Acacia albida* Del. Proc. Internat. Symposium on Forest Seed Problems in Africa, Harare, Zimbabwe. Aug.23-Sept.2 1987. Umeå, Sweden.
- Stubsgaard, F. 1986. Pretreatment of *Acacia* and *Prosopis* seed: two mechanical methods. Tech. Note. No. 27, DANIDA Forest Seed Centre, Denmark.
- Vasquez-Yanea, C.; Orosco-Segovia, A. 1984. Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forests of the world: a review. In: Physiological Ecology of Plants from the Wet Tropics (Ed. Medina, Mooney and Vazquez-Yanea).

Tratamiento de semillas con ácido en los Estados Unidos³.

Materiales y equipo necesarios: ácido sulfúrico de calidad comercial (gravedad específica 1.84,95% pura); recipientes resistentes al ácido (plástico grueso preferiblemente); recipientes de alambre y protectores para su manejo, drenaje y lavado de las semillas; una fuente abundante de agua corriente y un lugar apropiado para drenar el ácido diluido resultante del enjuague de las semillas; y facilidades para el secado de la semilla después del enjuague.

Precauciones de seguridad: Todos los trabajadores deben entender y seguir las normas de seguridad en el uso de ácido. Las semillas, recipientes, implementos y el ácido mismo se deben manejar con mucho cuidado para evitar accidentes. No se debe agitar el agua dentro del ácido, ya que podría ocurrir una reacción violenta. Todos los trabajadores deben usar ropa de seguridad adecuada, guantes y anteojos especiales contra el polvo.

La dureza de la testa varía entre lotes y aún entre árboles individuales en la mayoría de especies. El período óptimo de inmersión en ácido para cada lote puede ser determinado tratando una pequeña muestra durante diferentes períodos y luego remojar los lotes en agua a temperatura ambiente de 1 a 5 días (dependiendo de la especie). El período de tratamiento que genera un alto porcentaje de semillas infladas (por la absorción de agua) sin daño visible es el correcto/adecuado. El sobreremojo puede perforar las semillas y hasta exponer el endospermo. El remojo insuficiente deja la testa de la semilla de la mayoría de las especies brillante; la testa de las semillas tratadas correctamente son opacas, pero no profundamente perforadas.

Si las pruebas revelan solamente pequeñas diferencias entre lotes, entonces se pueden mezclar para realizar el tratamiento, a menos que haya otras razones para mantenerlos separados (como distinciones de fuentes semilleras). Diferencias marcadas entre los lotes deben llevar a tratamientos separados.

Los pasos en el tratamiento con ácido son los siguientes:

1. Permítale a las semillas acomodarse a la temperatura ambiente. Si éstas han sido sacadas de almacenaje en frío, no abra el recipiente hasta que se logre el equilibrio en la temperatura. La humedad cubrirá las semillas frías expuestas a aire húmedo caliente, y esta humedad puede reaccionar con el ácido para elevar la temperatura a un punto peligroso.
2. Mezcle bien las semillas a ser tratadas como un solo lote.
3. Sumerja las semillas en el ácido por el tiempo indicado, asegurándose de que todas estén cubiertas. El tratamiento debe realizarse de 65°F a 80°F (18°C - 27°C) preferiblemente al máximo del rango. Las temperaturas más bajas requieren de períodos de remojo más prolongados que las temperaturas más altas. La mezcla cuidadosa reducirá el período de duración requerido.

³ Extraído de Bonner *et al.* 1974

-
4. **Retire las semillas del ácido y lávelas de inmediato y completamente en una corriente de agua fría de 5 a 10 minutos para eliminar todos los rastros/restos de ácido. Se debe aplicar agua en forma constante al inicio, y las semillas mezcladas cuidadosamente durante el enjuague.**
 5. **Extienda las semillas en una capa delgada para secado, a menos que se prefiera la siembra húmeda.**

Se pueden tratar lotes de cincuenta libras (20 Kg) en cilindros metálicos (reforzados con alambre grueso) que puedan ser sumergidos en el ácido. De esta manera, la mayor parte del ácido se retiene para su re-utilización. Después de corto período de drenaje, la semilla debe ser lavada. Se debe proporcionar cuidado adicional en tratamientos a gran escala, para evitar las temperaturas excesivas que puedan dañar la semilla.

La recomendación del Servicio Forestal de los Estados Unidos para la preparación del repelente y su aplicación a la semilla de *Pinus elliottii* (Servicio Forestal USDA)

- A. Agregue 1 Kg de repelente para animales (endrin) a 1 Kg de repelente para aves (thiram).
- B. Revuelva
- C. Bata con un mezclador de pintura.
- D. Agregue 700 ml de aditivo en Látex a otro Kg de repelente para aves (thiram).
- E. Mezcle vertiendo de tarro a tarro 10 veces.
- F. Vierta el repelente en 10 Kg de semilla mientras la mezcladora de cemento está trabajando. Déjelo actuar por 2 minutos.
- G. Agregue aluminio en polvo. Deje mezclar por un minuto más.
- H. Vierta la semilla completamente revestida para que seque.

National Research Council (1981): *Sowing forests from the air*. Report of an *ad hoc* panel of the Advisory Committee on Technology Innovations, Board of Service and Technology for International Development, NRC. National Academy Press, Washington.

EL USO DE RECIPIENTES PEQUEÑOS CON TAPA PARA PRUEBAS DE GERMINACION⁴

A.M.J Robbins

La prueba de germinación para semillas forestales se puede realizar utilizando una variedad de sustratos y sistemas para el control de humedad, temperatura y luz. Un método simple y adecuado para todas las especies utiliza recipientes pequeños, apilables, transparentes con tapa, uno para cada una de las réplicas de la prueba. La temperatura y la luz se pueden controlar colocando los recipientes en un incubador, mientras que la humedad se mantiene conservando el recipiente sellado. De esta manera, no es necesario el uso de germinadores que controlan la humedad relativa.

1. TIPO Y TAMAÑO DEL RECIPIENTE

El recipiente ideal debe ser: (1) rectangular y apilable, para economizar espacio; (2) lo suficientemente grande para que proporcione el espacio adecuado para una réplica de semillas (100, 50 o 25 semillas, dependiendo del tamaño de la semilla); (3) lo suficientemente profundo, para permitir la profundidad necesaria de sustrato y facilitar el desarrollo de la plántula y realizar un análisis adecuado; (4) con la tapa apropiada, para mantener un alto contenido de humedad del sustrato y el aire circundante; (5) fácil de esterilizar por medio de tratamiento químico o térmico; (6) transparente (por lo menos la tapa), para permitir la entrada de luz si se requiriera para la germinación y para el subsecuente desarrollo normal de la plántula.

Almacenamiento en cajas plásticas: Las cajas rectangulares de poliestireno con tapas (utilizadas para almacenar herramientas pequeñas) son las apropiadas. De preferencia, éstas no deben tener divisiones o ranuras internas, ya que esto dificultará su limpieza y esterilización. Un tamaño de aproximadamente 180 x 120 mm (de base) x 70 mm (de profundidad) es adecuado para una réplica de 100 semillas de pino, dejando por lo menos el ancho de una semilla entre cada una. Este tipo de caja generalmente tiene una tapa poco profunda y lados lisos (Fig. 1).

⁴ Trad. "The use of small covered containers for germination testing". Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Technical Note 18. 14p. 1984.

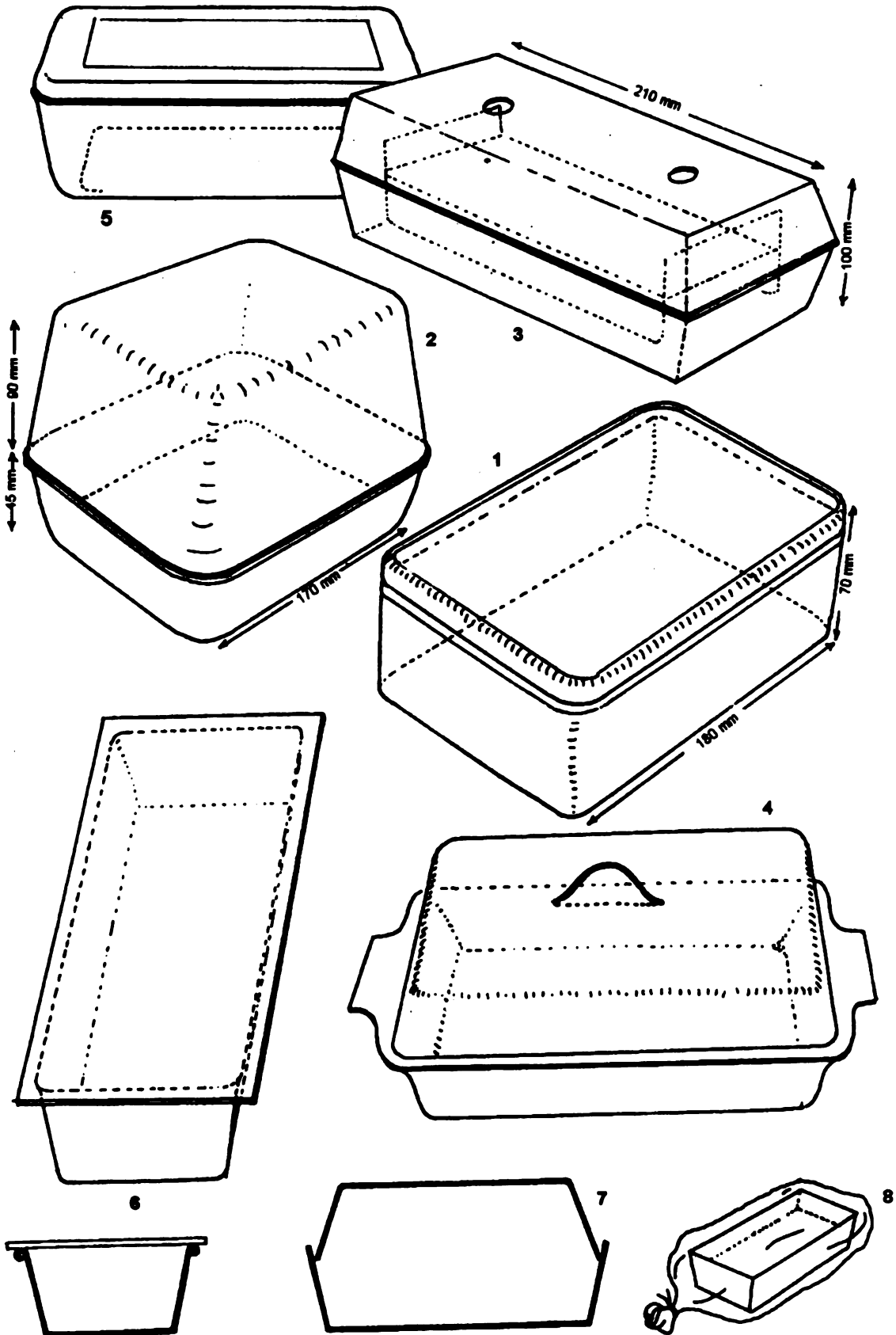


Figura 1-8. Recipientes para pruebas de germinación.

Los recipientes tipo "Tupperware" de polietileno comúnmente utilizados para almacenar alimentos no son por lo general adecuados, debido a que no son rígidos, las tapas son a menudo difíciles de quitar y el material es sólo traslucido.

Propagadores para hortalizas: Muchos tipos de recipientes plásticos están disponibles para propósitos específicos de germinación de semillas y propagación de plántulas, pero no todos son adecuados para pruebas con semillas. La mayor parte son demasiado grandes y tienen orificios para drenaje en la base y para ventilación en la tapa, lo cual no se requiere a menos que la plántula se deba dejar crecer para su subsecuente trasplante. La Fig. 2 muestra un recipiente pequeño adecuado de este tipo. La base es lo suficientemente profunda para el sustrato sólo, cubierto con una tapa bien transparente que permite el desarrollo de la plántula. Este tipo de recipiente tiene normalmente lados inclinados que facilitan su almacenamiento cuando no están en uso. La Fig. 3 muestra un recipiente diseñado especialmente para la germinación de semillas, pero es principalmente para propósitos educativos y por lo tanto es caro.

Caja de germinación Petawawa: Los investigadores en el Petawawa National Forestry Institute de Canadá han desarrollado recientemente una caja de germinación diseñada específicamente para el análisis de semillas forestales (Wang & Ackerman 1983). La caja está hecha de policarbonato, un material fuerte y resistente al calor, y puede ser claro o negro. La base tiene lados inclinados y mide 28 x 24 x 5cm. La tapa es de 1 cm de profundidad. La base y la tapa encajan de tal manera que dos bases se pueden utilizar juntas, dando una profundidad total de 10 cm. La caja es lo suficientemente grande para permitir 4 réplicas de 100 semillas cada una, similares al pino. También se proporciona una base falsa perforada con cada recipiente para sostener el sustrato de papel o toalla sobre un reservorio de agua.

Recipientes de uso doméstico: Si no se pueden comprar estos recipientes, entonces se puede probar con recipientes de uso doméstico, disponibles localmente. Las mantequilleras plásticas (Fig. 4) o cajas más grandes utilizadas para cubiertos o queques (Fig. 5) pueden servir. Los recipientes metálicos de fondo plano, preferiblemente rectangulares, utilizados para hornear pasteles, pan o queques también se pueden utilizar, cubiertos con una tapa de vidrio (Fig. 6). Las bandejas para hielo (sin divisiones) también se pueden utilizar de la misma manera. En forma alternativa, se puede utilizar una combinación de recipientes, uno como base y otro en forma invertida como tapa (Fig. 7). Si no se puede improvisar una tapa transparente adecuada que quede bien ajustada, la base del recipiente puede ser colocada en una bolsa delgada de polietileno o cubierta con "película para envoltura" (p.ej. Envoltura de sarán) (Fig. 8).

La construcción de cajas pegando láminas acrílicas no es recomendable. Esto ya fue probado por Wang & Ackerman (1983), pero encontraron que los recipientes resultantes tendían a arrugarse o deformarse con los cambios de temperatura y humedad.

Platos de Petri: Estos son a menudo utilizados para pruebas con especies de semillas pequeñas (p.e. *Eucalyptus*), pero no son recipientes adecuados para análisis generales debido a que no son del tamaño suficiente, particularmente con respecto a su profundidad. Su uso principal es para cultivo de hongos o bacterias sobre sustratos delgados como agar.

2. CANTIDAD REQUERIDA DE RECIPIENTES

La prueba de germinación estándar de acuerdo a las Regulaciones del ISTA requiere del uso de 400 semillas, normalmente en 4 réplicas de 100 semillas cada una. Por consiguiente, cada prueba requerirá de 4 recipientes como mínimo –uno para cada réplica. Si las semillas son grandes, y se utilizan 50 o 25 para cada réplica, el número de réplicas (y recipientes) debe incrementarse. Cada lote semillero requerirá de análisis, y por lo tanto, si todos los lotes deben ser analizados en forma concurrente, el número de recipientes será: (número de réplicas x número de lotes semilleros). Si la investigación se debe realizar entre sustratos y regímenes de temperatura, etc, entonces el número deberá incrementarse en forma correspondiente limitado por la capacidad de manejo de los técnicos de laboratorio y el espacio disponible en los incubadores.

3. CONTROL DE HUMEDAD

Se puede obtener un contenido de humedad lo suficientemente alto y constante en el sustrato y aire que rodea la semilla adicionando la cantidad adecuada de agua al sustrato (ver más adelante) y manteniendo entonces el recipiente con su tapa, excepto durante la evaluación de las plántulas. Si el volumen de sustrato dentro del recipiente es lo suficientemente grande, y la tapa está bien ajustada, sólo será necesario agregar agua al inicio de la prueba, evitando así la necesidad de agregar agua durante la prueba.

La condensación ocurrirá bajo la tapa. Para evitar el goteo sobre las semillas causando un humedecimiento excesivo localizado, los recipientes deben ser movidos cuidadosamente. Las tapas se pueden levantar de una esquina e inclinarlas cuando se retiran de la base. Esto permitirá que la condensación se escurra hacia un lado y caiga dentro de la caja sin tocar las semillas.

Normalmente, el agua de la tubería corriente es adecuada y no requiere ser esterilizada, a menos que se sepa que está contaminada.

4. CONTROL DE TEMPERATURA Y LUZ

Ambiente: Si no hay un incubador disponible, los recipientes pueden dejarse bajo condiciones naturales de luz y temperatura colocándolos, apilados de ser necesario, sobre una mesa o banco junto a una ventana, pero fuera de alcance de los rayos directos del sol.

Cuarto con aire acondicionado: En climas tropicales donde la temperatura del cuarto tiende a exceder los 35°C, se aconseja el uso del aire acondicionado y dejarlo encendido por lo menos durante el día. Si los análisis se realizan a altitudes donde las temperaturas nocturnas son muy bajas, será necesario utilizar alguna forma de calentamiento durante la noche y el día.

Incubadores: Para un adecuado control de temperatura y luz de acuerdo a las recomendaciones de la ISTA, los recipientes deben ser colocados dentro de un incubador (Fig. 14) con control de temperatura, idealmente a dos niveles de modo que se puedan imponer regímenes alternados, y con tubos de luz fluorescente. Muchos incubadores comerciales sólo controlan la temperatura a un solo nivel y podrían no tener provisiones para iluminación. Al final de este documento se describen incubadores adecuados.

La principal ventaja de utilizar recipientes cubiertos es que no se necesitan gabinetes o cuartos de germinación más complicados y menos confiables. Estos germinadores también controlan la humedad relativa del aire de tal manera que mantenga la humedad del sustrato, pero a menudo presentan problemas de resequedad si se utilizan incorrectamente. Aún si un incubador fallara completamente, siempre se podrían continuar las pruebas (aunque a un nivel menos preciso) dejando los recipientes a temperatura ambiente.

Cuando se acomodan los recipientes dentro del incubador, es importante asegurarse de que hay una adecuada circulación del aire para mantener una temperatura uniforme.

5. SUSTRATOS

Se pueden utilizar diferentes sustratos en los recipientes.

Papel filtro o secante: El mejor método para utilizar este sustrato es colocarlo en un soporte elevado sobre un reservorio de agua que alimenta al sustrato a través de mechas (Fig. 8a.). En este caso, el recipiente sigue el arreglo de una mesa de germinación de Jacobsen. El soporte puede estar hecho de láminas de termoplástico como se muestra en la Fig. 8b. o improvisado con recipientes más pequeños colocados en forma invertida.

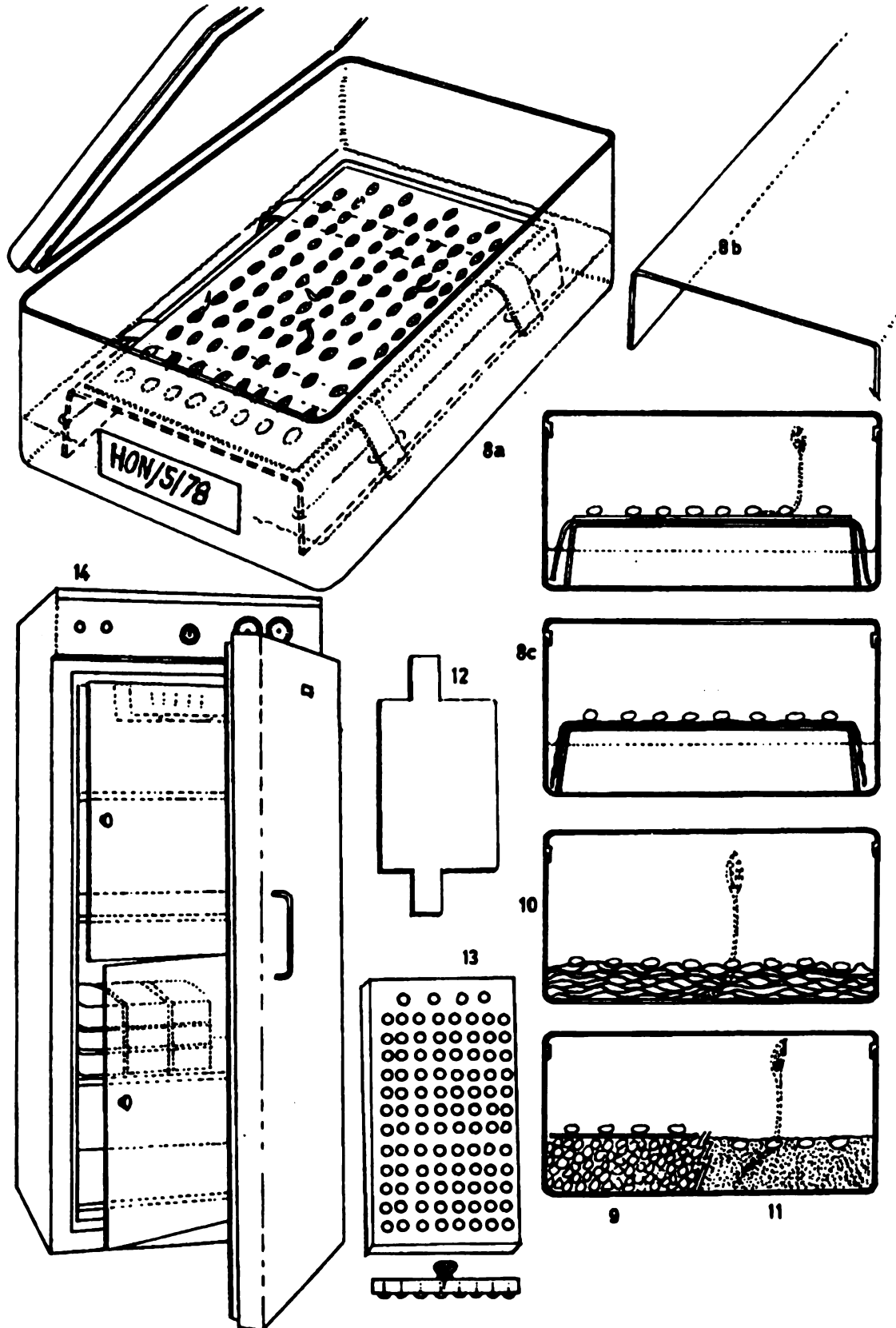


Figura 8a -14. Uso de recipientes

El nivel del reservorio de agua con relación a la superficie del sustrato es importante y dependerá de la absorbencia de las mechas y sustratos utilizados. Si el nivel es demasiado alto, el sustrato se humedecerá demasiado y sucederá lo contrario, si éste es demasiado bajo. Un método para verificar si está llegando la cantidad de agua apropiada al sustrato es presionar la superficie suavemente con el dedo; la depresión que se forma debe mostrar signos de agua corriente, mientras que la superficie que la rodea no.

Si se utiliza el recipiente que se muestra en la Fig. 1, se recomiendan las siguientes especificaciones: sustrato de papel secante, mecha de 0.5 mm de grosor, 150 mm x 100 mm; dos mechas del mismo material secante, 105 x 10 mm cada una, colocadas a lo ancho del soporte bajo el sustrato de material secante, y con ambas puntas dobladas hacia abajo para que toquen la base del recipiente; suficiente agua (aprox. 150 ml) para proporcionar un nivel de agua de 10 mm bajo la superficie del sustrato de papel secante (Fig. 8a.).

Si no hay un papel sustrato o secante adecuado disponible comercialmente, se podrían utilizar varias capas de papel higiénico absorbente, papel toalla de cocina o servilletas faciales. En este caso, el material se puede cortar lo suficientemente ancho como para permitir que caiga por los lados del soporte, de modo que el material mismo forma la mecha (Fig. 8c). Este sistema es recomendado por los fabricantes del germinador (Fig. 3). El nivel de agua será diferente para cada material y debe determinarse mediante prueba y error. Es importante asegurarse de que el material está libre de aditivos tóxicos.

Un arreglo alternativo para dar soporte al sustrato es colocarlo sobre una cama de material absorbente al cual se le ha agregado agua. De esta manera, el sustrato absorbe la humedad directamente del material de soporte. La vermiculita es muy apropiada si se logra obtener. Se puede intentar con algodón absorbente, pero se debe tener cuidado de obtener el balance correcto de agua y lana para mantener la humedad del sustrato (Fig. 9).

Germinación con papel toalla: el papel toalla o filtro diseñado específicamente para pruebas de germinación, como "Kimpak", constituyen un sustrato conveniente para utilización dentro de los recipientes. En este caso, se deben colocar dos o tres capas directamente en el fondo del recipiente (Fig. 10) de modo que se asegure la suficiente capacidad para retener la humedad. Si se utiliza el recipiente de la Fig. 1, lo apropiado sería utilizar dos capas de "Kimpak" a las cuales se les ha agregado aproximadamente 50 ml de agua. El papel absorberá hasta alcanzar un grosor de 14 mm. Las semillas son suavemente presionadas contra la superficie del papel toalla.

La principal ventaja de este sustrato es que éste es muy fácil de preparar y la radícula de la plántula puede penetrar las capas de papel toalla, permitiéndole desarrollarse en forma vertical. Sin embargo, el material, por lo general tendrá que ser importado.

Arena: arena esterilizada y clasificada puede ser utilizada dentro de los recipientes y formar un buen sustrato para muchas especies forestales (Fig. 11). Esta es particularmente adecuada para minimizar el crecimiento y propagación de hongos. La arena debe tener un pH neutro (6.0-7.5) y debe estar libre de sustancias tóxicas. Debe ser esterilizada en bandejas abiertas a 150°C por dos horas en un horno, y luego pasada por un tamiz de 0.8 y 0.5 mm, reteniendo la fracción media, de manera que el tamaño de la partícula esté dentro de 0.5 y 0.8 mm de diámetro. Si no se tienen tamices disponibles, se puede utilizar arena a la cual se le ha lavado el cieno/sedimento.

La cantidad de arena en el recipiente debe permitir una profundidad de enraizamiento adecuada. El volumen de agua agregada debe ser entre 50-60% de capacidad para retener la humedad de la arena. (Esto puede ser calculado de la siguiente manera: agregue un volumen conocido de agua a la cantidad de arena a ser utilizada en cada recipiente, de manera que haya exceso de agua libre. Drene el exceso, dando tiempo para que toda se filtre, y mida su volumen. La capacidad para mantener la humedad de la arena será el volumen original de agua agregado menos el exceso. Utilice 50-60% de este volumen para humedecer cada recipiente).

Si se utiliza el recipiente de la Fig. 1, se necesitarán cerca de 250 ml de arena, dando una profundidad de 18 mm, a la cual se le agregan aproximadamente 75 ml de agua.

La arena debe ser nivelada dentro del recipiente. Esto puede realizarse con una paleta de plywood como se muestra en la Fig. 12. Los bordes deben cortarse de tal manera que la paleta solo nivela una cantidad fija de arena cuando se coloca hacia arriba sobre los lados del recipiente, y no hay exceso de arena presionada hacia un extremo.

Para facilitar el espaciado de la semilla y su ubicación, se puede hacer una tabla más pequeña que las dimensiones internas del recipiente, con chinchas de cabeza redonda colocadas en un lado en el espaciado correcto para las semillas. La tabla puede entonces ser presionada contra la superficie de la arena húmeda, haciendo pequeños canales donde se coloca la semilla (Fig. 13). La semilla debe ser presionada suavemente para nivelarla con la superficie de la arena, y luego se cubre colocando una delgada capa de arena seca sobre la superficie. Las semillas más grandes deben ser sembradas llenando primero parcialmente el recipiente con arena, y luego ubicando las semillas antes de colocar el resto de la arena. En este caso, un rastrillo de doble lado sería muy útil un lado para rellenar parcialmente y nivelar y el otro para la nivelación final para cubrir la semilla.

Otros sustratos: De ser necesario, se pueden utilizar sustratos como suelo, aserrín, granza, esponja de poliuretano, o agar en los recipientes, debido a que estos ya son conocidos como adecuados.

6. ESTERILIZACION DE LOS RECIPIENTES

Es muy importante mantener los recipientes limpios y estériles cada vez que se realiza una prueba, para evitar la contaminación con bacterias y hongos. Los recipientes de vidrio tipo pyrex y de metal pueden ser esterilizados al calor utilizando agua hirviendo o en un horno. Los recipientes plásticos deben ser esterilizados con un químico adecuado. El recipiente debe ser limpiado cuidadosamente con alcohol puro o remojado durante la noche en una solución diluida de blanqueador (hipoclorito de sodio), 12%, diluido en 3 tantos), o formaldehído. Es importante utilizar un desinfectante que no dañe el plástico.

7. ROTULACION DE LOS RECIPIENTES

Los recipientes pueden ser rotulados con cinta adhesiva (masking tape) sobre la cual se escribe el número de identificación con un bolígrafo de tinta indeleble. Este tipo de cinta es lo suficientemente adhesiva como para permanecer adherida durante la prueba, pero se puede despegar fácilmente después de ésta. Rotule la base, no la tapa, debido a que las tapas pueden ser intercambiadas en forma inadvertida.

8. RECONOCIMIENTOS Y REFERENCIAS

Este método de germinación ha sido utilizado en forma extensiva por la Estación de Análisis de Semillas de la Comisión Forestal del Reino Unido (U.K. Forestry Commission Seed Testing Station at Alice Holt), y en el Banco de Semillas, Escuela Nacional de Ciencias Forestales en Siguatepeque, Honduras. Parte de las recomendaciones dadas en esta nota están basadas en la experiencias de estas dos estaciones. Otras recomendaciones y cierto equipo y proveedores (indicados con *) sugeridas en esta nota se tomaron del siguiente artículo:

Van der Burg, W.J.; Bekendam, J; van Geffen, A; Heuver, M. (1983). Project Seed Laboratory. *Seed Science and Technology*, 11: 157-227.

Los detalles completos sobre la caja de germinación Petawawa se pueden encontrar en:

Wang, B.S.P.; Ackerman, F. (1983). A new germination box for tree seed testing. Information Report PI-X-27, Petawawa National Forestry Institute, Canada.

Mayores detalles referentes a las recomendaciones del ISTA para sustratos y evaluación de pruebas pueden encontrarse en las regulaciones, anexos y adendums de la Asociación:

ISTA (1976). International rules for seed testing 1976. *Seed Science and Technology*, 4: 3-49.

ISTA (1976). Annexes. *Seed Science and technology*, 4: 51-177.

ISTA (1981). Amendments to the International Rules for Seed Testing 1976. Zürich, Switzerland.

Se puede obtener copia de los documentos mencionados solicitándolos a:

ISTA Secretariat
P.O. Box. 412
8046 Zürich - Switzerland

9. EQUIPO Y PROVEEDORES

Cajas plásticas para almacenamiento, apropiadas para pruebas generales.

- Tipo:** lados lisos, tapa separada, (Fig. 1).
Code no. 250 (152 x 111 x 76 mm) o
Code no. 145 (174 x 115 x 60 mm)
- Proveedor:** Stewart Plastics PLC (Injection Moulders) - Purley Way - Croydon,
CR9 4HS - England.
- Precio:** 1.00 US\$ cada uno aproximadamente

Propagador plástico/germinador para semilla grande.

- Tipo:** Lados inclinados, tapa altamente transparente, (Fig. 2).
Código: "Bema Kiembakje". Tamaño de la base 140 x 170 x 45 mm.
- Proveedor:** Bema - Deltastraat 14 - 4301 RC Zierikzee - Netherlands
- Precio:** Dfl. 17 (aprox. 5.5. US\$) cada uno, cuando se ordenan 100 piezas.
- Tipo:** Caja de germinación Petawawa (28 x 45 x 5 cm). El juego incluye la base, tapa y una base falsa (color claro o negro).
- Proveedor:** Spencer - Lemaire Industries - Edmonton - Alberta - Canada
- Precio:** US\$ 5 cada uno aproximadamente.
- Tipo:** Germinación comercial para propósitos educacionales,
incluye soporte para sustrato de papel y parrilla para colocar la semilla (Fig. 3).
Los orificios de ventilación en la parte superior podrían requerir ser taponeados.
- Código no.: YUT-280-B (analizador de germinación).
Tamaño: 210 x 120 x 100 mm (altura)
- Proveedor:** Griffin International - P. O. Box. 14 - Wembley - Middlesex HAO 1HJ - England.
- Precio:** 15 US\$ cada uno (Debido a que este recipiente es relativamente caro, es solo adecuado para análisis limitados).

Incubadores

Los incubadores que tienen facilidades para alternar temperatura y luz pueden obtenerse en los siguientes proveedores. Los modelos y precios actuales pueden ser corroborados. Actualmente los precios oscilan entre US\$1000 - 1800 por incubador.

La mención de estos incubadores no implica que sean adecuados para todos los países y climas. Antes de ordenar, es importante asegurarse sobre el tipo de mantenimiento que requerirá, las facilidades de servicio disponible en el país en el cual se va a utilizar, y qué repuestos se recomendarán. Si la fuente de electricidad es variable, deben comprarse controladores de voltaje.

Los incubadores de la lista son de tipo vertical, similares en tamaño a un refrigerador mediano o grande, y tienen capacidad para 50-100 recipientes (apilados) del tamaño y tipo señalado en la Fig. 1. La capacidad real debe determinarse a partir de las especificaciones internas dadas por el fabricante, permitiendo la ubicación de unidades de enfriamiento y ventiladores.

***Tipo:** Gabinete "seco" Zephyr, ZGM-E (alternador de temperatura y luz).

Proveedor: Zephyr - P. O. Box 507 - 2700 AM Zoetermeer - Netherlands.

***Tipo:** Gabinete "seco" Navep. Varios modelos.

Proveedor: Navep - P. O. Box 256 - 9700 Groningen - Netherlands.

Tipo: Incubador estándar (alternador de temperatura y luz).

Proveedor: Lindner and May Pty. Ltd. - 243 Lutwyche Road - Windsor - Brisbane, Australia.

Tipo: Incubador Gallencamp Compenstat. Varios modelos.

Proveedor: A. Gallencamp Co. Ltd. - P.O. Box 290 - Christopher Street - London EC2P - England.

Tipo: Incubador LEEC P3 (alternador de temperatura y luz).

Proveedor: Laboratory and Electrical Engineering Company - Private Road 7 - Colwick Estates - Nottingham - England.

Tipo: Incubador LEC (varios modelos).

Proveedor: LEC (Refrigeration) Ltd. - Bognor Regis - Sussex - England.

Sustratos

Tipo: Papel filtro y secantes. Varios tipos.

Proveedor: Gallencamp (igual al anterior).

Proveedor: Seedburo Equipment Company - 1022 West Jackson Boulevard - Chicago - Illinois 60607 - U.S.A.

Tipo: Papel para germinación "Kimpak" (servilleta)

Proveedor: Seedburo (igual al anterior)

Precio: El papel está disponible en rollos, de 18" x 270", el cual puede cortarse según las necesidades.

Código No: 401, 85 US\$ por rollo. (Un rollo será suficiente para 800 pruebas, 2 capas gruesas, utilizando el recipiente no. 1).

GLOSARIO DE TERMINOS SOBRE GERMINACION DE SEMILLAS PARA PERSONAL QUE TRABAJAN EN SEMILLAS FORESTALES⁵

F.T. Bonner⁶

PREFACIO

Este glosario está diseñado para científicos y técnicos que participan en el análisis o investigación de semillas forestales. Su propósito principal es mejorar la comunicación entre las personas que trabajan con semillas forestales, especialmente donde las diferencias de idioma pueden crear confusión. Por esta razón, las definiciones han sido simplificadas lo más posible sin sacrificar su significado técnico.

Este glosario es un proyecto del Grupo de Trabajo de IUFRO S2.01.06 "Problemas de las Semillas". Se utilizaron las siguientes referencias para su preparación:

Ford-Robertson, F.C. (ed.) 1971. Terminology of forest science, technology practice and products. English-language version. Multilingual. For.Term Ser. No1, Soc. Amer.Foresters, Washington, DC. 349 p.

Gray, P. 1967. The dictionary of the biological sciences. New York, Reinhold Publ. Corp., 602 p.

International Seed Testing Association. 1976. International rules for seed testing: rules 1975. Seed Sci. and Technol. 4: 3-177.

USDA, Forest Service. 1974. Seeds of woody plants in the United States. USDA Agri.Handb. No.450. 833 p.

Cuando las referencias difirieron, se dio preferencia a aquellas definiciones más afines con el uso actual determinado por la mayoría de las autoridades que revisaron este trabajo. Las siguientes personas proporcionaron revisiones invaluable: Dr. S. Asakawa (Japón), Dr. M. Bonnet-Masimbert (Francia), Prof. C. Bulard (Francia), Dr. F. Devillez (Bélgica), Dr. D. Donald (Sudáfrica), Dr. V. Enescu (Rumania), Dr. G. Eicke (Alemania Occidental), Mr. I. Fystro (Noruega), Mr. F. Haavisto (Canadá), Mrs. G. Saerther (Noruega), Dr. M. Simak (Suecia), Mr. B. Wang (Canadá), y el Dr. J. Vozzo (Estados Unidos). Un agradecimiento especial al Dr. Bonnet-Masimbert por su ayuda con los Sinónimos en idioma francés y el Dr. Eicke por los Sinónimos en idioma alemán.

⁵ Trad. "Glossary of Seed Germination Terms for Tree Seed Workers". Humlebaek, Denmark. Danida Forest Seed Centre. Distributed as Technical Note 21. 4p. 1984.

⁶ F.T Bonner, Fisiólogo Vegetal Supervisor y Líder de Proyecto en el Laboratorio de Ciencias Forestales, del Servicio Forestal de Estados Unidos (Forestry Sciences Laboratory, USDA Forest Service, Starkville, Mississippi, U.S.A. y Coordinador actual del Grupo IUFRO W.P.S2.01.06

Calidad de semilla. Un término general que puede referirse a la pureza, capacidad de germinación, o vigor de un lote semillero.

Saatgutqualität. (Al.)
qualité des semences. (Fr.)
seed quality. (In.)

Capacidad de germinación. Proporción de una muestra de semilla que ha germinado en forma normal en un período de prueba específico, generalmente expresado como un porcentaje.

Sinónimo. *Porcentaje de germinación.*

Keimfähigkeit, Keimkraft. (Al.)
capacité germinative. (Fr.)
germination capacity. (In.)

Cotiledón. Hoja u hojas modificadas del embrión o plántula, que contienen las reservas alimenticias almacenadas de la semilla. Estas son formadas en el primer nódulo o en el extremo superior del hipocotilo.

Kotyledonen, Samenblatt, Keimblatt. (Al.)
cotylédon. Fr.)
cotyledon. (In.)

Embrión. La planta rudimentaria dentro de la semilla; algunas veces llamada germen.

Embryo, Keim. (Al.)
embryon. (Fr.)
embryo. (In.)

Embrión Inmaduro. Condición en la cual un embrión morfológicamente inmaduro atrasa su germinación.

unreifer Embryo, unterentwickelter Embryo. (Al.)
immaturité é embryonnaire. (Fr.)
immature embryo. (In.)

Endospermo. Tejido que almacena los nutrientes triploides y que rodea el embrión en semillas de angiospermas.

Nährgewebe, Endospermm. (Al.)
albumen. (Fr.)
endosperm. (In.)

Energía de germinación. La proporción de germinación que ha ocurrido hasta el momento de germinación pico, el período de máxima tasa de germinación, o algún punto preseleccionado, generalmente 7 días de análisis. (El tiempo crítico de medición puede ser seleccionado por diversos medios).

Keimschnelligkeit, Keimenergie. (Al.)
 énergie germinative. (Fr.)
 germination energy. (In.)

Enfriamiento. Sumisión de las semillas a condiciones frías y húmedas para lograr la post-madurez. Puede ocurrir en ambientes naturales o puede ser aplicado en forma artificial (**Ver:** Pre-enfriamiento, Estratificación).

Kühlung, Kältebehandlung. (Al.)
 réfrigération. (Fr.)
 chilling. (In.)

Epilcótulo. Porción del eje de embrión de una planta o tallo de una plántula entre los cotiledones y las hojas primarias.

Epikotyl, Keimblattstamm. (Al.)
 épicotyle. (Fr.)
 epicotyl. (In.)

Escarificación. Alteración de las testas de las semillas, generalmente por medio de abrasión mecánica o mediante un tratamiento químico rápido en ácido fuerte, para incrementar su permeabilidad al agua y gases, o para disminuir su resistencia mecánica.

Samenschalenritzung. (Al.)
 scarification. (Fr.)
 scarification. (In.)

Espermoderma. **Ver:** testa.

Samenschale, Spermoderm. (Al.)
 spermoderme. (Fr.)
 spermoderm. (In.)

Estratificación. Práctica de colocar las semillas en un medio húmedo, a menudo en capas alternas, para acelerar la post-maduración o romper la latencia. Comúnmente aplicado a cualquier técnica que mantiene las semillas en un ambiente frío y húmedo. (**Ver:** Pre-enfriamiento).

Stratifizierung, Stratifikation. (Al.)
 stratification. (Fr.)
 stratification. (In.)

Estratificación desnuda. Enfriamiento de las semillas sin el uso de un medio húmedo.

Einfache Stratifizierung. (Al.)
préréfrigération sans milieu. (Fr.)
naked stratification. (In.)

Gametofito femenino. Tejido almacenador de nutrientes haploides en semillas de gimnospermas. A menudo es llamado erróneamente el "endosperma" de las semillas de gimnospermas. **Sinónimo:** *Megagametofito.*

Vollkorn, voller Same. (Al.)
semence pleine. (Fr.)
filled seed. (In.)

Germinación. Reanudación del crecimiento activo en un embrión que resulta en su emergencia de la semilla y desarrollo de las estructuras esenciales para el desarrollo de la planta.

Keimung. (Al.)
germination. (Fr.)
germination. (In.)

Germinación epigeal. Germinación en la cual los cotiledones son forzados hacia la superficie por medio del alargamiento del hipocótilo.

epigäische Keimung. (Al.)
germination épigée. (Fr.)
epigeal germination. (In.)

Germinación hipógea. Germinación en la cual los cotiledones permanecen en la semilla bajo el suelo mientras que el epicótilo se alarga.

hypogäische Keimung. (Al.)
germination hypogée. (Fr.)
hypogeal germination. (In.)

Germinación pico. Un término vago que describe el tiempo específico cuando la tasa de germinación es la más alta. Este puede ser derivado de muchas maneras. (**Ver: Energía de Germinación.**)

maximale Keimrate, Kulminationspunkt der Keimung. (Al.)
pic de germination. (Fr.)
peak germination. (In.)

Grano. Porción comestible del embrión de una semilla o de tejidos de almacenamiento de una semilla.

Kern, Samenkorn. (Al.)
amande. (Fr.)
kernel. (In.)

Hipocótilo. La parte del eje embrionario que está entre los cotiledones y la radícula. En las plántulas, el tallo juvenil que está entre los cotiledones y el sistema radical.

Hypokotyl. (Al.)
hypocotyle. (Fr.)
hypocotyl. (In.)

Imbibición. El mecanismo de absorción inicial de agua por las semillas. La toma de fluidos mediante un sistema coloidal.

Aufnahme von Wasser, Quellung, Einweichen. (Al.)
imbibition. (Fr.)
imbibition. (In.)

Inhibición: Una restricción o represión de una función de la semilla.

Verhinderung, Keimhemmung. (Al.)
inhibition. (Fr.)
inhibition. (In.)

Integumento. Una o dos capas de tejido o envolturas, a menudo fusionadas, que contienen el núcleo de un óvulo y que se desarrolla después de la fertilización en testas. (*Ver: testa*).

Integument. (Al.)
intégument. (Fr.)
integument. (In.)

Latencia. Un estado fisiológico en el cual una semilla predispuesta a germinar no lo hace, aún en presencia de condiciones ambientales favorables.

Keimruhe, Samenruhe, Dormanz, Keimhemmung. (Al.)
dormance. (Fr.)
dormancy. (In.)

Latencia de la testa. Latencia como resultado de condiciones de la testa de la semilla: impermeabilidad a gases o humedad o restricciones mecánicas.

Keimruhe durch die Samenschale. (Al.)
inhibition tégumentaire. (Fr.)
seedcoat dormancy. (In.)

Latencia doble. Latencia tanto en la radícula como en el epicótilo del embrión. Para romperla en forma normal se requiere de un tratamiento caliente seguido por enfriamiento, o dos períodos de enfriamiento, interrumpidos por un tratamiento caliente.

Doppelte Keimruhe. (Al.)
dormance double. (Fr.)
double dormancy. (In.)

Latencia del embrión. Latencia como resultado de condiciones dentro del embrión mismo: sustancias inhibitoras, influencias del cotiledón, estructuras impermeables.

Sinónimo: *Latencia interna.*

embryonale Keimruhe. (Al.)
dormance embryonnaire (Fr.)
embryo dormancy (In.)

Latencia combinada. Latencia como resultado de dos o más factores primarios, tales como latencia de la testa y latencia del embrión.

Kombinierte Keimruhe. (Al)
dormance combinée. (Fr.)
combined dormancy. (In.)

Latencia inducida. **Sinónimo:** *Latencia impuesta, Latencia secundaria.*

Latencia impuesta. Latencia como resultado de alguna acción, tratamiento o daño a la semilla durante la recolección, manejo, o siembra. **Sinónimo:** *Latencia secundaria, Latencia inducida.*

induzierte Keimruhe. (Al.)
dormance induite. (Fr.)
imposed dormancy. (In.)

Latencia interna. **Sinónimo:** *Latencia del embrión.*

Innere Keimruhe. (Al.)
dormance interne. (Fr.)
embryo dormancy. (In.)

Latencia fisiológica. Una latencia del embrión debido a condiciones fisiológicas que pueden romperse por medio de pre-tratamiento que no sea la escarificación.

Physiologische Keimruhe. (Al.)
dormance physiologique. (Fr.)
physiological dormancy. (In.)

Latencia secundaria. **Ver:** *latencia impuesta; Latencia inducida.*

Sekundäre Keimruhe. (Al.)
dormance secondaire. (Fr.)
secondary dormancy. (In.)

Lote semillero. Una cantidad específica de semillas de calidad razonablemente uniforme.

Saatgutpartie. (Al.)
lot des semences. (Fr.)
seed lot. (In.)

Madurez fisiológica. Un término general para la etapa en el ciclo de vida de una semilla cuando el desarrollo se completa y los componentes bioquímicos necesarios para que todos los procesos fisiológicos están activos o listos para ser activados.

physiologische Reife. (Al.)
maturité physiologique. (Fr.)
physiological maturity. (In.)

Megagametofito. *Sinónimo:* gametofito femenino.

Micrópila. Abertura diminuta en el integumento de un óvulo a través del cual el grano de polen o el tubo de polen pasa para alcanzar el saco del embrión. Éste está generalmente cerrado en la semilla madura para formar una cicatriz superficial.

Mikropyle, Keimloch, Samenmund. (Al.)
micropyle. (Fr.)
micropyle. (In.)

Muestra de trabajo. Una muestra reducida de semilla tomada de la muestra recibida en el laboratorio, en la cual se realizan algunas pruebas sobre la calidad de la semilla.

engere Mittelprobe. (Al.)
échantillon moyen échantillon d'analyse. (Fr.)
working sample. (In.)

Muestra recibida. La muestra de semilla recibida en la estación para ser analizada.

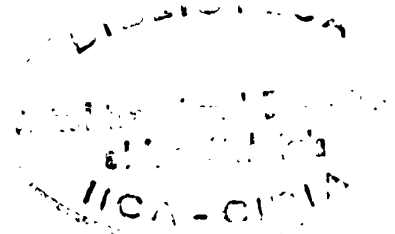
Einsendungsprobe. (Al.)
échantillon soumis a' l' analyse. (Fr.)
submitted sample. (In.)

Pericarpio. En Angiospermas, una pared del fruto que se desarrolló de la pared del ovario; puede ser seco, duro, o carnoso. (*Ver: testa*).

Fruchtwand, Perikarp. (Al.)
péricarpe. (Fr.)
pericarp. (In.)

Plántulas anormales. En análisis de semilla, las plántulas que no poseen todas las estructuras normales necesarias para el crecimiento, y que no muestran la capacidad para un desarrollo continuo.

anomale Keimlinge, abnorme Keimlinge. (Al.)
germe anormal, plantule anormale (Fr.)
abnormal seedlings. (In.)



Plúmula. Brote primario del embrión de una planta situado en el ápice del hipocótilo. Porción del eje de la plántula sobre los cotiledones que consiste de hojas y un epicótilo, que se alarga para formar el tallo primario.

Plumula. (Al.)
plumule, premières feuilles. (Fr.)
plumule. (In.)

Poliembrionía. Formación de dos o más embriones a partir de un solo ovario en una semilla.

Polyembronie. (Al.)
polyembryonie. (Fr.)
polyembryony. (In.)

Porcentaje de germinación. *Sinónimo:* capacidad de germinación.

Keimprozent. (Al.)
pourcentage de germination. (Fr.)
germination percentage. (In.)

Post-madurez. Procesos fisiológicos en semillas (o bulbos, tubérculos, y frutos) después de la cosecha o abscisión, que ocurren previo a y son a menudo necesarios para la germinación o reanudación del crecimiento bajo condiciones externas favorables. (*Ver:* enfriamiento, Pre-enfriamiento, Estratificación).

Nachreifen. (Al.)
postmaturation. (Fr.)
afterripening. (In.)

Pre-enfriamiento. Tratamiento húmedo frío aplicado a las semillas para acelerar la post-maduración o para romper el latencia antes de la siembra en el suelo o germinación en el laboratorio. (*Ver:* Estratificación).

Kalt-Nass-Vorbehandlung, Kaltevorbe-handlung. (Al.)
préréfrigération, prégermination, stratification froide. (Fr.)
prechilling. (In.)

Pre-tratamiento. Cualquier tipo de tratamiento aplicado a las semillas para romper la latencia y acelerar la germinación (*Ver:* Enfriamiento, Pre-enfriamiento, Estratificación).

Vorbehandlung. (Al.)
prétraitement. (Fr.)
pretreatment. (In.)

Pureza. Proporción de semilla limpia, intacta de la especie designada en un lote de semillas, generalmente expresada como un porcentaje por peso.

Reinheit, Reinheitsgrad. (Al.)
pureté. (Fr.)
purity. (In.)

Radícula. Porción del eje de un embrión a partir del cual se desarrolla la raíz primaria.

Keimwurzel, Radikula. (Al.)
radicule. (Fr.)
radicle. (In.)

Semilla. Un óvulo maduro que contiene un embrión y tejido nutritivo y está envuelto en capas protectoras de tejido (testa).

Same, Frucht (Angiospermas solamente) . (Al.)
semence, graine. (Fr.)
seed. (In.)

Semillas duras. Semillas que permanecen duras y sin germinar al finalizar un período de prueba dado, debido a que han absorbido agua, a causa de una testa impermeable.

harte Samen. (Al.)
Semences dures. (Fr.)
hard seeds. (In.)

Semilla llena. Semilla con todos los tejidos esenciales para la germinación.

Nährgewebe, weiblicher Gametophyt, primäres Endosperm. (Al.)
gamétophyte femelle. (Fr.)
female gametophyte. (In.)

Semilla vacía. Un término en el análisis de semilla para semillas que carecen de los tejidos esenciales para la germinación. Esta condición puede ser el resultado del ataque de insectos o enfermedad, o desarrollo incompleto del óvulo. Las testas intactas desprovistas de tejido interno son consideradas "semillas vacías" bajo este concepto.

Hohlkorn, tauber Same. (Al.)
semence vide. (Fr.)
empty seed. (In.)

Semilla viable. *Sinónimo:* *semilla sana*

lebensfähiger same. (Al.)
semence viable. (Fr.)
viable seed. (In.)

Semilla sana. Una semilla que contiene en condición viable todos los tejidos necesarios para la germinación. *Sinónimo:* *semilla viable.*

vollkorn, gesunder Same. (Al.)
semence pleine, semence bonne. (Fr.)
sound seed. (In.)

Tegmen. La capa interna de la semilla; generalmente delgada y delicada. (*Ver: Testa, Pericarpio*).

Samenhaut. (Al.)
tégument interne. (Fr.)
tegmen. (In.)

Testa. Capa protectora externa de una semilla derivada de las integumentos del óvulo (*Sinónimo. espermoderma*). Cuando hay dos capas, la externa gruesa es la testa y la capa delgada interna es el tegmen (*Ver. Testa, Pericarpio*).

Samenschale, Testa
tégument externe. (Fr.)
seed coat. (In.)

Testa. La capa o tejido externo de una semilla, generalmente dura o gruesa. (*Ver. Tegmen, Pericarpio*).

Samenschale. (Al.)
tégument externe. (Fr.)
testa. (In.)

Tolerancia. Una desviación permitida (más o menos) a partir de un estándar. En el análisis de semillas, la diferencia permitida entre o dentro de mediciones replicadas más allá de las cuales se deben repetir las mediciones.

Toleranz, zulässige Abweichung. (Al.)
tolérance. (Fr.)
tolerance. (In.)

Vernalización. Tratamiento de semillas, bulbos o plántulas con temperaturas bajas (0 a 5°C) para acelerar la floración de la subsecuente planta.

Vernalisation. (Al.)
vernalisation. (Fr.)
vernalisation. (In.)

Viabilidad. El estado de ser capaz de germinar y consecuente crecimiento y desarrollo de la plántula.

Lebensfähigkeit. (Al.)
viabilité. (Fr.)
viability. (In.)

Vigor. Aquellas propiedades de la semilla que determinan el potencial para la emergencia y desarrollo rápido y uniforme de plántulas normales bajo un amplio rango de condiciones de campo.

Triebkraft, Lebenskraft. (Al.)
vigueur. (Fr.)
vigor. (In.)

Supervisión editorial y producción:

Traducción:

Montaje y artes finales:

Dibujos:

Impresión:

Tiraje:

Oriando Arboleda

Ariadne Jiménez y Oriando Arboleda

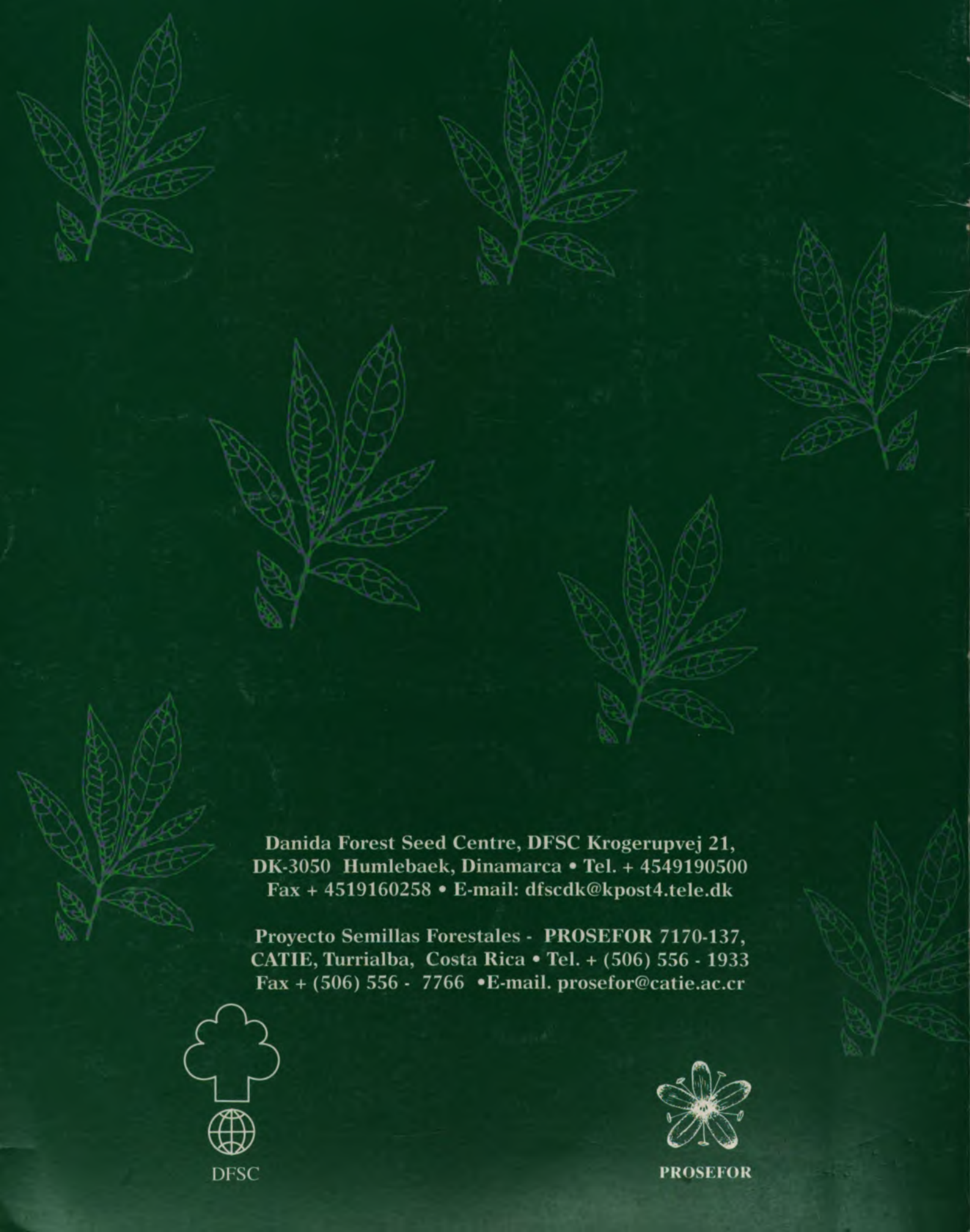
Edith Garita

Grelvin Correa

Unidad de Producción de Medios, CATIE.

500 ejemplares





**Danida Forest Seed Centre, DFSC Krogerupvej 21,
DK-3050 Humlebaek, Dinamarca • Tel. + 4549190500
Fax + 4519160258 • E-mail: dfscdk@kpost4.tele.dk**

**Proyecto Semillas Forestales - PROSEFOR 7170-137,
CATIE, Turrialba, Costa Rica • Tel. + (506) 556 - 1933
Fax + (506) 556 - 7766 • E-mail. prosefor@catie.ac.cr**

