

# CAPACIDAD GERMINATIVA DE LAS SEMILLAS DE *Albizia lebbbeck* (L.) BENTH. II. RUPTURA DE DORMANCIA Y EMERGENCIA DE PLÁNTULAS

Marlen Navarro, A. Mesa y Yolanda González

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba  
E-mail: [boulandier@indio.atenas.inf.cu](mailto:boulandier@indio.atenas.inf.cu)

Se estudió la capacidad germinativa de *Albizia lebbbeck* a través del análisis de la ruptura de la dormancia y su efecto en la emergencia de plántulas en el vivero a pleno sol, para lo cual se utilizaron semillas de un mismo lote almacenadas al ambiente. Se evaluó la emergencia a las 8, 13, 19, 25, 29 y 44 semanas posteriores a la cosecha (spc) y se aplicaron tratamientos pregerminativos: corte de cubierta, pinchazo e inmersión en agua a temperatura ambiente durante 24 horas, y se mantuvo un control; para ello se empleó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial y cuatro réplicas en cada evaluación. En el tratamiento control se observó el valor más alto de la emergencia de plántulas a las 19 spc (49,33 %) y entre las 29 y 44 spc ocurrió una reducción drástica de este indicador. Al realizar un corte en la cubierta seminal antes de la siembra a las 8, 13 y 19 spc, se obtuvieron los mayores porcentajes (88,0<sup>a</sup>; 79,67<sup>ab</sup> y 73,33<sup>ab</sup> %, respectivamente). El efecto del pinchazo a las semillas resultó beneficioso en todas las evaluaciones, incluso en la última (44 spc), ya que se obtuvo un valor superior al registrado para el corte de cubierta en igual período. La inmersión de las semillas de *A. lebbbeck* en agua a temperatura ambiente durante 24 horas sólo superó al tratamiento control en la evaluación correspondiente a las 44 spc (6,0 vs 2,0 %). Se recomienda sembrar las semillas de esta especie a las 8, 13 y 19 spc y realizar previamente un corte en la cubierta seminal.

**Palabras clave:** *Albizia lebbbeck*, dormición, emergencia

The germinating capacity of *Albizia lebbbeck* was studied through the analysis of the dormancy break and its effect on seedling emergence in the nursery under broad sunlight, for which seeds from the same lot stored under environmental conditions were used. The emergence was evaluated 8, 13, 19, 25, 29 and 44 weeks after harvest (wah) and pregerminating treatments were applied: seed coat cutting, puncture and immersion in water at room temperature during 24 hours, and a control was kept. A completely randomized design with factorial arrangement and four replications was used in each evaluation. In the control treatment, the highest value of seedling emergence was observed 19 wah (49,33 %) and between 29 and 44 wah there was a drastic reduction of this indicator. By performing a cut in the seed coat before the sowing 8, 13 and 19 wah, the higher percentages were obtained (88,0<sup>a</sup>; 79,67<sup>ab</sup> y 73,33<sup>ab</sup> %, respectively). The effect of seed puncture was beneficial in all the evaluations, even the last one (44 wah), because a value higher than the one recorded for the seed coat cutting was obtained in the same period. The immersion of the *A. lebbbeck* seeds in water at room temperature for 24 hours only surpassed the control treatment in the evaluation corresponding to 44 wah (6,0 vs 2,0 %). The sowing of the seeds from this species 8, 13 and 19 wah and the performance of a cut on the seed coat is recommended.

**Key words:** *Albizia lebbbeck*, dormancy, emergence

El cultivo de especies de árboles multipropósito está ganando aceptación popular debido a los usos que se derivan de estas plantas, por lo que una propagación eficaz y eficiente potenciará al máximo sus beneficios. La semilla es el material de propagación más barato y práctico empleado para estas especies; sin embargo, la siembra de simientes que no tienen la capacidad de producir poblaciones abundantes ha constituido, en todas las épocas, una de las mayores limitantes en la agricultura.

Se conoce que uno de los fenómenos fisiológicos que determinan el éxito de una plantación es la dormancia; el término semilla dormante se refiere al estado en el cual las semillas maduras intactas no germinan cuando se les brindan las condiciones que normalmente favorecen el proceso germinativo y, a su vez, es una característica cuantitativa controlada por factores nucleares, y algunas veces maternos, dependientes de la especie y el genotipo; además, los factores ambientales pueden tener efectos significativos en la expresión fenotípica de la germinación y se conoce que estos interactúan con el genotipo (Foley y Fennimore, 1998).

Según CATIE (2000a) la dormancia se presenta más frecuentemente en las especies adaptadas a estaciones secas y húmedas en forma alternativa, incluyendo diversos géneros de la familia *Leguminosae* como *Acacia*, *Prosopis*, *Ceratonia*, *Robinia*, *Albizia* y *Cassia*. Las cubiertas seminales de estas especies son duras y cutinizadas e impiden completamente la imbibición de agua y a veces el intercambio de gases, y sin estos dos últimos procesos la renovación del crecimiento del embrión y la germinación son imposibles (Allen y Meyer, 1998).

Como se aprecia, la condición de semillas dormantes en las leguminosas arbóreas de interés agroforestal trae consigo la necesidad de realizar estudios en cada una de estas especies por separado, y por ello se desarrolló el presente trabajo, en el que se determinaron los métodos o tratamientos pregerminativos que magnifican o desencadenan la ruptura de la dormancia de las semillas de *Albizia lebbbeck*.

## MATERIALES Y METODOS

Los árboles madres pertenecen a una plantación de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. de 5 984 m<sup>2</sup> que se encuentra en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"; situada en el punto geográfico determinado por los 22°48'7" de latitud norte y 81°2' de longitud oeste y a 15,91 msnm. El suelo del lugar está clasificado como Ferralítico Rojo lixiviado (Hernández y col., 1999) y se caracteriza por ser de textura arcillosa, profundo, de topografía llana y de buen drenaje externo e interno.

Posteriormente a la colecta se procedió al desgrane y el secado, durante 48 horas de sol, de las legumbres y las semillas; el secado permitió que el contenido de humedad de las simientes de *A. lebbbeck* fuera de 11,7 % en el momento de iniciar el almacenamiento bajo condiciones ambientales.

Para el estudio de la emergencia de las plántulas en el vivero a pleno sol se empleó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial y cuatro réplicas (bolsas) de 100 semillas (ISTA, 1999). Para la siembra se utilizaron bolsas con un sustrato compuesto por suelo Ferralítico Rojo y estiércol ovino, totalmente descompuesto y seco, en partes iguales (1:1). La frecuencia de evaluación fue a las 8, 13, 19, 25, 29 y 44 semanas posteriores a la cosecha (spc) y se realizaron conteos diarios durante 21 días; en todos los casos se registró la emergencia de plántulas cuando las estructuras fundamentales para el crecimiento fueron visibles.

Antes de proceder a la siembra se realizaron diferentes tratamientos pregerminativos, con vistas a evaluar el efecto de la ruptura de la dormancia en el comportamiento de la emergencia de las plántulas. Dichos tratamientos consistieron en: A) control; B) corte ligero de la cubierta seminal en la zona opuesta al embrión; C) pinchazo con aguja entomológica en la región dorsiventral de la semilla; y D) inmersión de las simientes en agua (remojo) a temperatura ambiente durante 24 horas.

Se realizaron análisis multivariados para determinar la influencia del tiempo de almacenamiento (TA) y los tratamientos para la ruptura de la dormancia (RD) en la emergencia de las plántulas; se utilizó el procedimiento GLM (General Linear Models) para el análisis de varianza y la matriz de comparación múltiple de medias de Student Newman Keuls (SNK) de SAS<sup>®</sup> (1996). Las diferencias fueron probadas usando la opción PDIFF de SAS<sup>®</sup>, declaradas significativas a valores de  $P < 0,05$  y las tendencias discutidas a  $P < 0,15$ . Los datos expresados en por ciento se transformaron utilizando la función matemática  $\text{sen}^{-1}\sqrt{\%}$  (Steel y Torrie, 1992).

Modelo matemático utilizado:

$$Y_{ijk} = \mu + TA_i + RD_j + TA \cdot RD_{ij} + \varepsilon_{ijk},$$

Donde,

$Y_{ijk}$  =  $ijk$ -ésimo valor de la emergencia de plántulas.

$\mu$  = media de todas las observaciones.

$TA_i$  =  $i$ -ésimo efecto del tiempo de almacenamiento

$RD_j$  =  $j$ -ésimo efecto de los tratamientos para la ruptura de dormancia.

$TA \cdot RD_{ij}$  =  $ij$ -ésimo efecto de la interacción entre el tiempo de almacenamiento y la ruptura de dormancia.

$\varepsilon_{ijk}$  =  $ijk$ -ésimo efecto del error aleatorio.

## RESULTADOS Y DISCUSION

En la figura 1 se observa el porcentaje de emergencia de plántulas de *A. lebbbeck* en cada uno de los tratamientos a seis edades diferentes de las semillas de esta especie, para los cuales la prueba de SNK encontró diferencias significativas ( $P < 0,05$ ).

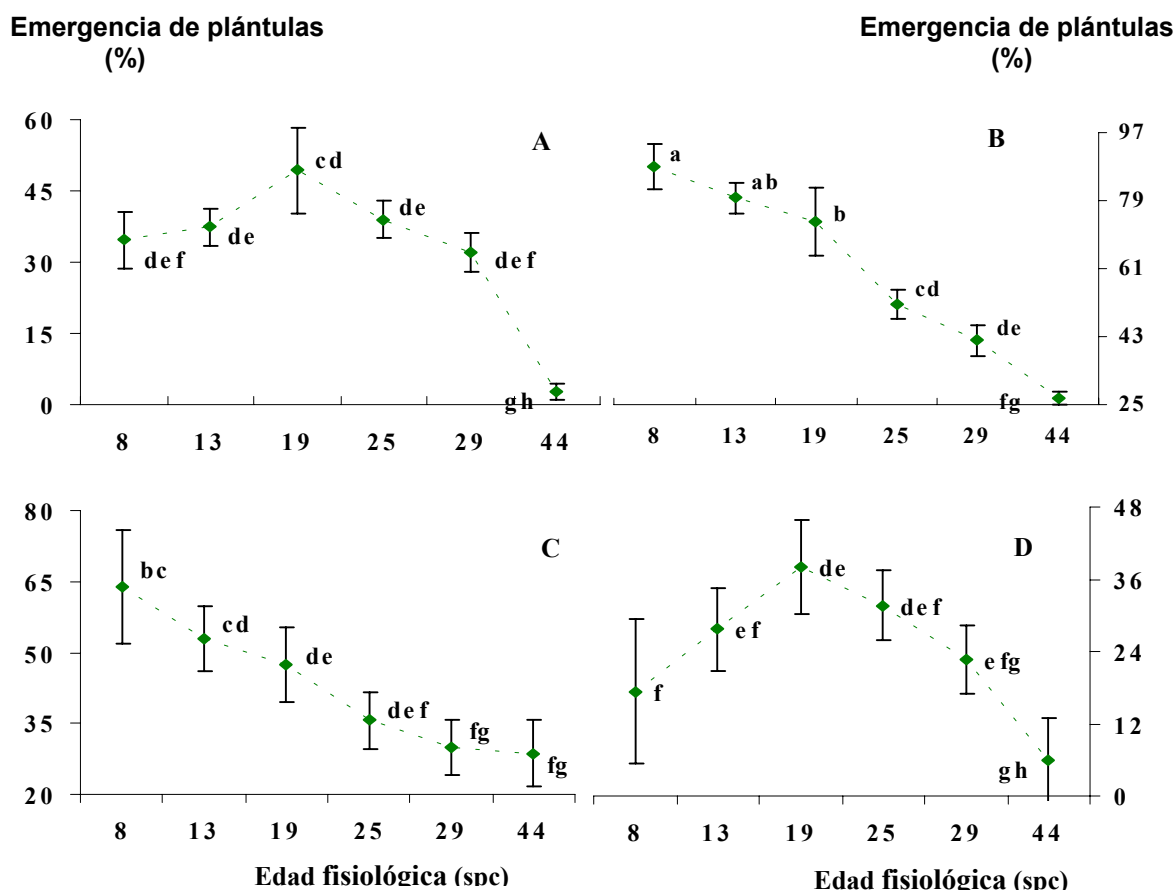


Fig. 1. Comportamiento de la emergencia de plántulas en función de la edad fisiológica de las semillas de *A. lebeck*. A) control; B) corte de cubierta; C) pinchazo; D) remojo.

En el tratamiento control la emergencia de plántulas aumentó de 34,67 (8 spc) hasta 49,33 % (19 spc) y luego comenzó a disminuir progresivamente, hasta que se observó una reducción drástica entre las evaluaciones correspondientes a las 29 y 44 spc (figura 1A); la tendencia que experimentó este indicador durante el estudio fue explicada a través de una función polinómica de grado 4 en la que los datos encontraron un buen ajuste (tabla 1).

Tabla 1. Ecuaciones de regresión ajustadas y coeficiente de determinación ( $R^2$ ) para el porcentaje de emergencia de plántulas de *A. lebeck* en cada tratamiento experimental (y) en función del tiempo de almacenamiento de las semillas (x).

Tratamiento	Ecuación ajustada	$R^2$
Control	$y = 0,1252 x^4 - 2,5063 x^3 + 12,051 x^2 - 15,239 x + 39,80$	0,9623
Corte de cubierta	$y = 0,4044 x^3 - 5,1095 x^2 + 6,2517 x + 86,11$	0,9888
Pinchazo	$y = 0,205 x^4 - 2,5335 x^3 + 11,291 x^2 - 29,28 x + 84,175$	0,9945
Remojo	$y = 0,2427 x^4 - 3,3639 x^3 + 12,043 x^2 - 4,7004 x + 12,912$	0,9847

Similar comportamiento fue reportado por Navarro y González (2001), bajo las mismas condiciones de siembra (vivero a pleno sol); estos autores observaron que la emergencia de plántulas de *A. lebeck* aumentó con el almacenamiento hasta alcanzar a las 19 spc el porcentaje más alto (48,0 %), y que a partir de esta evaluación comenzó a disminuir gradualmente.

En la figura 1B se muestra que al realizar un corte en la cubierta seminal antes de sembrar, se obtuvieron los mayores porcentajes de emergencia de plántulas a las 8, 13 y 19 spc (88,0<sup>a</sup>; 79,67<sup>ab</sup> y 73,33<sup>ab</sup> %, respectivamente); además, con el uso de este tratamiento pregerminativo se potenció la emergencia, para todas las edades evaluadas, en valores superiores a los observados en el tratamiento control, aunque estadísticamente sólo 8, 13 y 19 spc mostraron diferencias ( $P < 0,05$ ). El ajuste de la curva representada para el

corte de cubierta, así como el valor de  $R^2$  (0,9888), indican que la pérdida de la capacidad germinativa siguió un modelo polinomial cúbico con una marcada tendencia a la linealidad, y que a medida que aumentó la edad fisiológica de las semillas de albizia disminuyó el porcentaje de emergencia de plántulas.

Un estudio realizado por González y Navarro (2001) en esta misma especie, pero al medir la germinación en condiciones de laboratorio, mostró que para el primer año de almacenamiento en condiciones ambientales todos los tratamientos aplicados produjeron incrementos significativos de la germinación con relación al control; los valores superiores se obtuvieron con el corte de cubierta (96,8 %) y con el ácido sulfúrico durante 40 minutos (98,0 %), ambos en la evaluación correspondiente al inicio de la etapa en el almacén. Además, CATIE (2000b) informó que en *Stryphnodendron microstachyum* Poepp. & Endl. y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. también resulta beneficioso hacer un pequeño corte en la cubierta, cuidando de no afectar el embrión, con vistas a potenciar la germinación de sus semillas en un 94 y 97 %, respectivamente.

Es posible que el corte de una pequeña porción de la cubierta seminal de *A. lebbbeck* provoque el rompimiento de la capa *palisade* en el área perturbada y este sea el motivo por el cual el proceso germinativo se active considerablemente, pues según Schmidt (2000), en las semillas de árboles leguminosos el proceso de reblandecimiento, luego de un delicado corte, pasa del lugar inicial de la imbibición a la cubierta seminal completa dentro de pocas horas, una vez que se sitúa en un sustrato humedecido, debido a la capacidad de extracción de agua que poseen las células constituyentes de la capa *palisade*.

A pesar de que se conoce que las condiciones climatológicas imperantes en el vivero ejercen una notable influencia en el ritmo de emergencia diaria y que los cambios de temperatura en la superficie del suelo son los que determinan, en gran medida, la velocidad de dicho ritmo y la ruptura de la dormancia (Navarro y González, 2001), también es válido destacar que en el presente estudio se constató la presencia de estados dormantes que persistieron, fundamentalmente, entre las evaluaciones realizadas a las 8 y 19 spc; tal planteamiento se sustenta en el análisis de las curvas descritas para el control y el corte de cubierta (fig. 1A) y en la diferencia entre los valores de la emergencia de plántulas para cada uno de estos tratamientos experimentales.

El efecto del pinchazo a las semillas de albizia resultó beneficioso en todas las evaluaciones, pues incluso en la última (44 spc) se obtuvo un valor superior al registrado para el corte de cubierta en igual período (fig. 1C). La ecuación con mejor  $R^2$  fue la polinómica  $y = 0,205 x^4 - 2,5335 x^3 + 11,291 x^2 - 29,28 x + 84,175$ .

Los tratamientos del corte de cubierta y el pinchazo resultaron efectivos para romper la dormancia de las simientes de *A. lebbbeck*, puesto que ambos métodos consistieron en cortar y perforar las cortezas. Según Lang (1996), una vez que las dos capas exteriores son penetradas (cutícula y *palisade*), las semillas absorben el agua rápidamente; y de acuerdo con Schmidt (2000), para que una corteza seminal dura se convierta en permeable, la capa *palisade* debe ser penetrada, al menos, a una profundidad aproximadamente similar al 25 % de su grosor total, lo cual al parecer se logró con el corte y el pinchazo que se practicaron en la cubierta de la semillas en el presente estudio.

Estos resultados concuerdan con el planteamiento realizado por Poulsen y Thomsen (1999), quienes afirmaron que la destrucción de la impermeabilidad en un punto único de la cubierta seminal es normalmente suficiente para permitir la imbibición y el intercambio de gases, procesos que se afectan como consecuencia de las complejas estructuras celulares que constituyen la corteza seminal de los árboles de la familia *Leguminosae*.

El porcentaje de emergencia de plántulas en los tratamientos que consistieron en realizar un corte a la cubierta seminal y en pinchar esta, siempre fue superior a los valores registrados en el control, lo que evidencia que los dos primeros incidieron positivamente en la eliminación de la impermeabilidad de la corteza de estas simientes y, por consiguiente, se reconocen como responsables de la ruptura de la dormancia para esta especie. No obstante, la emergencia en ambos tratamientos mostró una tendencia a disminuir a medida que aumentó la edad de las semillas de *A. lebbbeck* y este comportamiento pudo estar relacionado con el hecho de que con el aumento de la edad de las semillas, las membranas se resquebrajan, las enzimas pierden la actividad catalítica, los cromosomas acumulan mutaciones y además las reservas alimenticias merman (Smith y Berjak, 1995; Walters, 1998), todo lo cual conduce a un declive de la capacidad germinativa.

La inmersión de las semillas de *A. lebbbeck* en agua a temperatura ambiente durante 24 horas (fig. 1D), sólo superó al tratamiento control en la evaluación correspondiente a las 44 spc (6,0 vs 2,0 %), aunque debe destacarse que estos valores no difirieron estadísticamente ( $P < 0,05$ ). La mejor modelación para el comportamiento de la emergencia de las plántulas como respuesta al efecto del remojo, se obtuvo con una ecuación polinomial de grado 4, cuya función aparece en la tabla 1.

En el caso específico del remojo en agua, CATIE (2000c) plantea que la aplicación de un único tratamiento de esta naturaleza es ineficaz cuando se pretende romper la dormancia fuerte de una semilla, y según los resultados de Navarro y González (1999) las simientes de *A. lebbbeck* manifiestan dicho estado; del mismo modo, CATIE (2000b) recomienda que en tales circunstancias se utilice el remojo en agua conjuntamente con un tratamiento más fuerte o seguido de este. A esto podría añadirse que Soto Pinto (1996), al estudiar diferentes métodos de escarificación para las simientes de *Cassia tormentosa* y *Cassia xiphoidea*, encontró que la inmersión en agua a temperatura ambiente mostró bajos porcentajes de germinación.

De este análisis se deduce que el remojo continuo en agua a temperatura ambiente ofrece pocas posibilidades para ser considerado como una alternativa de escarificación húmeda en la especie *A. lebbeck*, a pesar de resultar efectivo para *Samanea saman* (Jacq.) Merr. (CATIE, 2000b) y *Pithecellobium dulce* (Roxb.) Benth. (Molina, Brenes y Morales, 1996).

Similares resultados fueron observados por Bush, Jara y Franco (1997) para las especies *Caesalpinia velutina* (B. & R.) Standl., *Enterolobium cyclocarpum* (J.) Griseb. y *L. leucocephala* (Lam.) de Wit. También en Filipinas el corte de cubierta se considera apropiado para las semillas grandes de leguminosas arbóreas de los géneros *Azalia*, *Albizia*, *Intsia* y *Sindora* y en Honduras para *Acacia*, *Prosopis*, *Enterolobium* y otras leguminosas (Willan, 2000).

Además, Schmidt (1988) y Masamba (1994) informaron que en ensayos con ocho especies de *Acacia spp.* en Australia y Tailandia, el corte de cubierta fue uno de los mejores tratamientos, con una germinación que sobrepasó el 90 %; mientras que los testigos sólo alcanzaron el 10 %. Con este método también se reportaron altos valores de germinación en experimentos con dos especies de corteza dura endémicas de Kenya, *Acacia xanthophloea* y *Trachylobium verrucosum*; mientras que en Zimbabwe este método fue casi tan bueno como el tratamiento con ácido en *Acacia albida* (más del 90 %).

Debido a que las temperaturas de la superficie del suelo en las regiones tropicales pueden tener una fluctuación diurna de 20-60°C en primavera y de 30-70°C en el verano, muchas especies de leguminosas arbustivas poseen la habilidad de superar los tenores de dormancia de sus simientes en estos períodos. Además, es conocido que en los géneros *Caesalpinaceae* y *Mimosaceae* el *strophiole* entra en erupción como respuesta a los cambios súbitos de temperatura, y que a mayor temperatura más rápidamente ocurrirá el ritmo de ruptura (McDonald, 2000). Por otra parte, la temperatura del sustrato incide significativamente en la tasa de germinación y dicho efecto se magnifica en aquellas semillas que han recibido previamente un tratamiento de escarificación mecánica o con ácido; los reportes de Hernández, Caro y Lauric (1996) ejemplifican este comporta-miento en *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz.

Al analizar los resultados de la emergencia de las plántulas de *A. lebbeck* en el vivero a pleno sol, después de la aplicación de diferentes tratamientos para la ruptura de la dormancia (fig. 1) y las ecuaciones ajustadas en cada caso (tabla 1), se puede afirmar que el corte o la eliminación de una pequeña porción de la corteza con un instrumento filoso puede ser altamente eficaz cuando esta tarea se realiza de forma cuidadosa, ya que la semilla manipulada manualmente permite realizar el corte individual de acuerdo con el espesor de la cubierta seminal; este método puede ser usado con frecuencia, ya que virtualmente todas las semillas pueden convertirse en permeables y el riesgo de sobre-tratamiento (daño) es pequeño, dado que se evita la manipulación en las cercanías de la región radicular.

Se concluye además que las siembras deben realizarse entre las 8 y 19 spc, pues en este período se logra la destrucción de la impermeabilidad y, por ende, la dormancia. Al mismo tiempo, se sugiere estudiar el comportamiento de la emergencia de las plántulas después del empleo de otros métodos de escarificación húmeda, química y física, con vistas a realizar recomendaciones aplicables a grandes lotes de semillas.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean extender sus agradecimientos a la Téc. Vivian Ruz, quien realizó las técnicas experimentales correspondientes a los tratamientos pregerminativos en el Laboratorio de Análisis de Semillas de la EEPF "Indio Hatuey".

## REFERENCIAS

- Allen, P.S. & Meyer, S.E. 1998. Ecological aspects of seed dormancy loss. **Seed Science Research**. 8:183
- Bush, M.S.; Jara, L.F. & Franco, E. 1997. Viabilidad de las semillas pretratadas de *Caesalpinia cyclocarpum* (J.) Griseb y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. **Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales**. 16:8
- CATIE. 2000a. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Volumen 1. Serie Técnica. Manual Técnico No. 41. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 204 p.
- CATIE. 2000b. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico No. 39. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 54 p.
- CATIE. 2000c. Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico No. 36. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 57 p.
- Foley, M.E. & Fennimore, S.A. 1998. Genetic basis for seed dormancy. **Seed Science Research**. 8:173
- González, Yolanda & Navarro, Marlen. 2001. Efecto de los tratamientos pregerminativos sobre la ruptura de dormancia en *Albizia lebbeck*. **Pastos y Forrajes**. 24:224

- Hernández, A. & colaboradores. 1999. Nueva versión de la clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. Ciudad de La Habana, Cuba. 64 p.
- Hernández, L.F.; Caro, L.A. & Lauric, V. 1996. Germinación de semillas de *Prosopis chilensis* (Mol.) Stuntz. Combinación de métodos de escarificación y temperatura. **Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales**. 15:3
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. **Seed Science and Technology**. 27. Supplement
- Lang, C.A. 1996. Plant dormancy: physiology, biochemistry and molecular biology. CAB International. Wallingford, UK. 215 p.
- McDonald, 2000. Variation in the rate of hard seed breakdown of twelve tropical legumes in response to two temperature regimes in the laboratory. **Australian Journal of Experimental Agriculture**. 40:387
- Masamba, C. 1994. Presowing treatments on four African *Acacia* species: appropriate technology for use in forestry for rural development. **Forest Ecology and Management**. 64:105
- Molina, M.; Brenes, G. & Morales, H. 1996. Descripción y viverización de 14 especies forestales nativas del bosque seco tropical. Editorial Esfera. Grecia, Costa Rica. Vol. 1. 44 p.
- Navarro, Marlen & González, Yolanda. 1999. Identificación del período de latencia en tres especies de árboles leguminosos. **Pastos y Forrajes**. 21:213
- Navarro, Marlen & González, Yolanda. 2001. Capacidad germinativa de las semillas de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. I. Dinámica y variabilidad. **Pastos y Forrajes**. 24:217
- Poulsen, K. & Thomsen, K. 1999. Seed handling manual. Guidelines and logbook for seed procesing. DFSC Technical Note No. 54. Danida Forest Seed Centre, Denmark. 19 p.
- SAS®. 1996. User's Guide: Statistics. Version 6.12. SAS Inst., Inc. Cary, NC.
- Schmidt, L. 1988. A study of natural regeneration of transitional lowland rain forest and dry bushland in Kenya. MSc. Thesis. University of Aarhus. Copenhagen, Denmark. 93 p.
- Schmidt, L. 2000. Handling of tropical and subtropical forest tree seed. DFSC. Hummleback, Denmark. 511 p.
- Smith, M.T. & Berjak, P. 1995. Deteriorative changes associated with the loss of viability of stored dessication-tolerant and dessication-sensitive seeds. In: Seed development and germination. (J. Kigel & G. Galili, Eds.). Marcel Dekker, Inc. New York
- Soto Pinto, Ma Lorena. 1996. Escarificación de semillas de leguminosas arbustivas *Cassia tormentosa* y *C. xiphoidea*. **Boletín Mejoramiento Genético y Semillas Forestales**. 14:5
- Steel, R.G.D. & Torrie, J.H. 1992. Bioestadística: principios y procedimientos. Segunda edición. Mc Graw-Hill/Interamericana de México, S.A. 622 p.
- Walters, Christina. 1998. Understanding the mechanisms and kinetics of seed aging. **Seed Science Research**. 8:223
- Willan, R.L. 2000. Pre-tratamiento de semillas. En: Técnicas para la germinación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico No. 39. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica.

Recibido el 21 de junio del 2002  
Aceptado el 12 de agosto del 2002