

CAPACIDAD GERMINATIVA DE LAS SEMILLAS  
DE *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. I. DINAMICA Y VARIABILIDAD

**Marlen Navarro y Yolanda González**

**Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"  
Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba**

Se estudió la capacidad germinativa de *Albizia lebbbeck* a través del análisis de la dinámica y variabilidad de este indicador en semillas de un mismo lote almacenadas al ambiente. Se evaluó la germinación a las 8, 13, 19, 25, 29 y 44 semanas posteriores a la cosecha (spc) en tres condiciones de siembra diferentes: A) vivero a pleno sol, B) vivero con sombreador (40 % de sombra), y C) cabina de germinación (control), para lo cual se empleó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial y cuatro réplicas en cada evaluación. A partir del ajuste matemático de la ecuación de Weibull se calcularon los parámetros M, k y Z, y se realizaron análisis de varianza para comparar las medias; además se realizó un análisis de componentes principales para determinar la influencia de las variables temperatura máxima, mínima y media en el comportamiento germinativo de esta especie. En A y C los tres parámetros estudiados alcanzaron los mejores valores a las 19 spc; mientras que en B no existió tal correspondencia, ya que k y M fueron máximos a las 29 y 25 spc, respectivamente, y Z fue mínimo cuando se sembró a las 19 spc. El mayor porcentaje de M se obtuvo a las 19 spc (48,0<sup>a</sup>%) en el tratamiento A, al igual que el valor más alto de k (2,23<sup>a</sup> % germinación/d<sup>-1</sup>); se observó además que las germinaciones en A fueron las que más se relacionaron con la CP<sub>1</sub> (eje de las temperaturas). Las semillas de esta especie expresaron un vigor alto cuando se sembró a las 19 spc en el vivero a pleno sol.

**Palabras clave:** *Albizia lebbbeck*, germinación, viveros

The germinative capacity of *Albizia lebbbeck* was studied through the analysis of the dynamics and variability of this indicator in seeds from the same lot stored under environmental conditions. Germination was evaluated after 8, 13, 19, 25, 29 and 44 weeks after the harvest (wah) under three different sowing conditions: A) nursery under broad sunlight, B) nursery with shading (40 % of shade) and C) germination chamber (control), for which a completely randomized design was used with factorial arrangement and four replications in each evaluation. From the mathematical adjustment of the Weibull equation, the M, k and Z parameters were calculated and variance analysis were performed in order to compare averages. Furthermore, an analysis of principal components was carried out to determine the influence of the variables maximum, minimum and medium temperature on the germinative performance of this species. In A and C the three parameters studied reached the best values at 19 wah, while in B there was not such correspondence because k and M were maximum at 29 and 25 wah, respectively, and Z was minimum when it was sown at 19 wah. The highest percentage of M was obtained at 19 wah (48,0<sup>a</sup> %) in treatment A, just like the highest value of k (2,23<sup>a</sup> % germination/d<sup>-1</sup>); it was also observed that germinations in A were the most related to CP<sub>1</sub> (temperature axis). The seeds from this species showed high vigor when it was sown at 19 wah in the nursery in broad sunlight.

**Key words:** *Albizia lebbbeck*, germination, nurseries

*Albizia lebbbeck* (L.) Benth. es una especie leñosa perenne de la familia *Leguminosae*: *Mimosoideae*; nativa del sureste de Asia y Australia, según Sosef, Hong y Prawirohatmodjo (1998) es considerada una especie pantropical, que se adapta a diversas condiciones de suelo y clima; muestra incluso un buen crecimiento en

áreas con precipitaciones cercanas a los 300 mm anuales y resalta su tolerancia a suelos ácidos, alcalinos, pesados y erosionados (Jøker, 2000).

*A. lebbeck* se considera una de las especies arbóreas forrajeras más promisorias, especialmente en las regiones semiáridas, además de ser recomendada para la conservación de los suelos y el control de la erosión (Lowry, Prinsen y Burrows, 1994). Diversos estudios en Cuba ratifican sus bondades como árbol multipropósito (Soca y Simón, 1998), por lo que se ha comenzado a utilizar en los sistemas agroforestales para la producción animal; sin embargo, su utilización en el entorno ganadero en el país está limitada por la baja germinación que poseen sus semillas en las condiciones reales del campo, consecuencia directa de una cubierta seminal dura e impermeable al agua, al igual que el resto de los representantes de su género (Schmidt, 2000).

Con vistas a lograr resultados satisfactorios en la siembra, donde una germinación débil o retrasada suele tener consecuencias fatales, se desarrolló el presente trabajo, en el que se evaluó la germinación de *A. lebbeck* cuando se sembró bajo tres condiciones ambientales y con diferentes edades fisiológicas.

### **MATERIALES Y METODOS**

El estudio se realizó con semillas de 150 árboles de *A. lebbeck* colectadas en el mes de febrero de 1999 en una plantación comercial de 5 984 m<sup>2</sup>, localizada en la Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey", situada a 22°48'7" de latitud norte y 81°2' de longitud oeste y a 15,91 msnm, sobre un suelo Ferralítico Rojo hidratado (Academia de Ciencias de Cuba, 1979).

Después de la colecta las legumbres se secaron al sol durante 48 horas y posteriormente se procedió al desgrane. El secado permitió que el contenido de humedad de las semillas de *A. lebbeck* fuera de 11,9 % en el momento de iniciar el almacenamiento bajo condiciones ambientales (24°C de temperatura promedio y 82,5 % de HR) y en sacos de nailon tejido, semejantes a los empleados en las fincas productoras de semillas.

Para el estudio de la germinación se utilizó un diseño totalmente aleatorizado con arreglo factorial y se realizaron seis evaluaciones a las 8, 13, 19, 25, 29 y 44 semanas posteriores a la cosecha (spc); en cada prueba se emplearon cuatro réplicas de 100 semillas cada una (ISTA, 1999).

En cada evaluación las semillas de un mismo lote se dividieron en tres porciones (previa homogeneización de las submuestras), con la finalidad de sembrarlas bajo diferentes condiciones experimentales, las cuales constituyeron los tratamientos (tabla 1). Para la siembra en los tratamientos A y B se utilizaron bolsas con un sustrato compuesto por una mezcla de suelo Ferralítico Rojo y estiércol ovino en partes iguales (1:1); mientras que en el tratamiento C se siguieron los estándares previstos por ISTA (1999) para las leguminosas arbóreas; en todos los casos se consideró la germinación en el momento en que la plántula emergió, y el riego fue a saturación.

Los porcentajes de germinación fueron sometidos al análisis de varianza correspondiente al paquete estadístico SPSS versión 8.0, para lo cual los valores en por ciento se transformaron según  $\text{sen}^{-1} \sqrt{\%}$ .

El análisis de la dinámica de la germinación se realizó sobre las correspondientes curvas de germinación porcentual acumulada, ajustadas matemáticamente con la ecuación de Weibull modificada (Brown y Mayer, 1988). Esta se compone de cinco parámetros (tabla 2), de los cuales tres (M, k y Z) definen las principales características del proceso germinativo (Scott, Jones y Williams, 1984). Después de obtenidos dichos parámetros, fueron comparados entre los distintos tratamientos.

Tabla 1. Tratamientos experimentales empleados para la siembra de *A. lebbeck*

Tratamientos	
A	Vivero a pleno sol
B	Vivero con sombreador (40 % de sombra)
C	Cabina de germinación

Tabla 2. Parámetros que componen la ecuación de Weibull (Brown y Mayer, 1988) y su significado biológico.

Parámetro	Significado
T	Tiempo de análisis de la germinación
M	Valor máximo de germinación acumulada (%)
k	Valor estimado de la tasa de germinación (% germ.d <sup>-1</sup> )
Z	Retraso de la germinación (días)
C	Determina la forma final de la curva

$$F(t) = M\{1 - \exp[-(k(t-Z))^C]\}$$

Además se realizó un análisis de componentes principales (ACP) con la finalidad de caracterizar las relaciones existentes entre las variables: germinación y temperatura máxima (TMAX), mínima (TMIN) y media (TMED), en cada evaluación; para realizar este análisis se confeccionó una matriz de datos, cuyas columnas estuvieron representadas por las variables y las filas por las observaciones diarias en los tres tratamientos.

## RESULTADOS Y DISCUSION

La figura 1 presenta los parámetros de la ecuación de Weibull obtenidos en función de la respuesta a la germinación de las semillas de *A. lebbeck* en los diferentes tratamientos experimentales.

El ANOVA detectó diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) para los porcentajes de germinación obtenidos durante el estudio; en el tratamiento A se observó que el valor de M aumentó con el almacenamiento (fig. 1) hasta alcanzar a las 19 spc el porcentaje más alto (48,0<sup>a</sup> %, tabla 3); a partir de esta evaluación comenzó a disminuir gradualmente y fue más acelerada la pérdida de la capacidad germinativa entre las 29 y 44 spc (12,0<sup>h</sup> y 7,33<sup>i</sup> %, respectivamente); estos resultados reafirman lo constatado por Navarro y González (1999) al determinar el período en que las semillas de *A. lebbeck* almacenadas al ambiente expresan marcados estados dormantes. Además, se reporta que las condiciones de almacenamiento pueden tener una marcada influencia en el comportamiento germinativo de los árboles leguminosos (Cobbina, Kolawole y AttaKrah, 1990) y que el grado de dormancia es gobernado genéticamente (Khan, 1982), por lo cual varía entre especies e incluso entre individuos.

Un proceso completamente diferente se presentó en el tratamiento C, donde las variaciones del porcentaje de germinación fueron ligeras; sólo se encontraron diferencias significativas entre las evaluaciones a las 8 spc

(11,0<sup>h</sup> %) y 13 spc (19,0<sup>ef</sup> %) y el mayor valor se obtuvo a las 19 spc (22,5<sup>e</sup> %). Estos resultados evidencian la presencia de una fuerte dormancia, si se comparan con los valores máximos obtenidos en los tratamientos A (48,0<sup>a</sup> %) y B (43,5<sup>ab</sup> %); es posible que la incapacidad de las semillas para rebasar este estado se deba fundamentalmente a la presencia de condiciones estandarizadas en el tratamiento C, pues se conoce que estas presentan mecanismos enzimáticos reguladores de la germinación que se activan sólo cuando ocurren cambios térmicos en el ambiente que las rodea (Vázquez-Yanes y Orozco-Segovia, 1984). Estas variaciones diarias de la temperatura no sólo les permiten a las semillas “reconocer” la época óptima de germinación, sino también “detectar” la profundidad a que se encuentran y llevar a cabo una germinación exitosa (Fenner, 1985).

Tabla 3. Valores mínimos de Z y máximos de k y M obtenidos de la ecuación de Weibull en cada tratamiento experimental.

Tratamientos	k (% germ. d <sup>-1</sup> )	Z (días)	M (%)
A	2,23 (19)	3,0 (19)	48,0 (19)
B	2,02 (29)	1,3 (19)	43,5 (25)
C	1,50 (19)	4,5 (19)	22,5 (19)

( ) Edad en la cual fueron encontrados los mejores valores

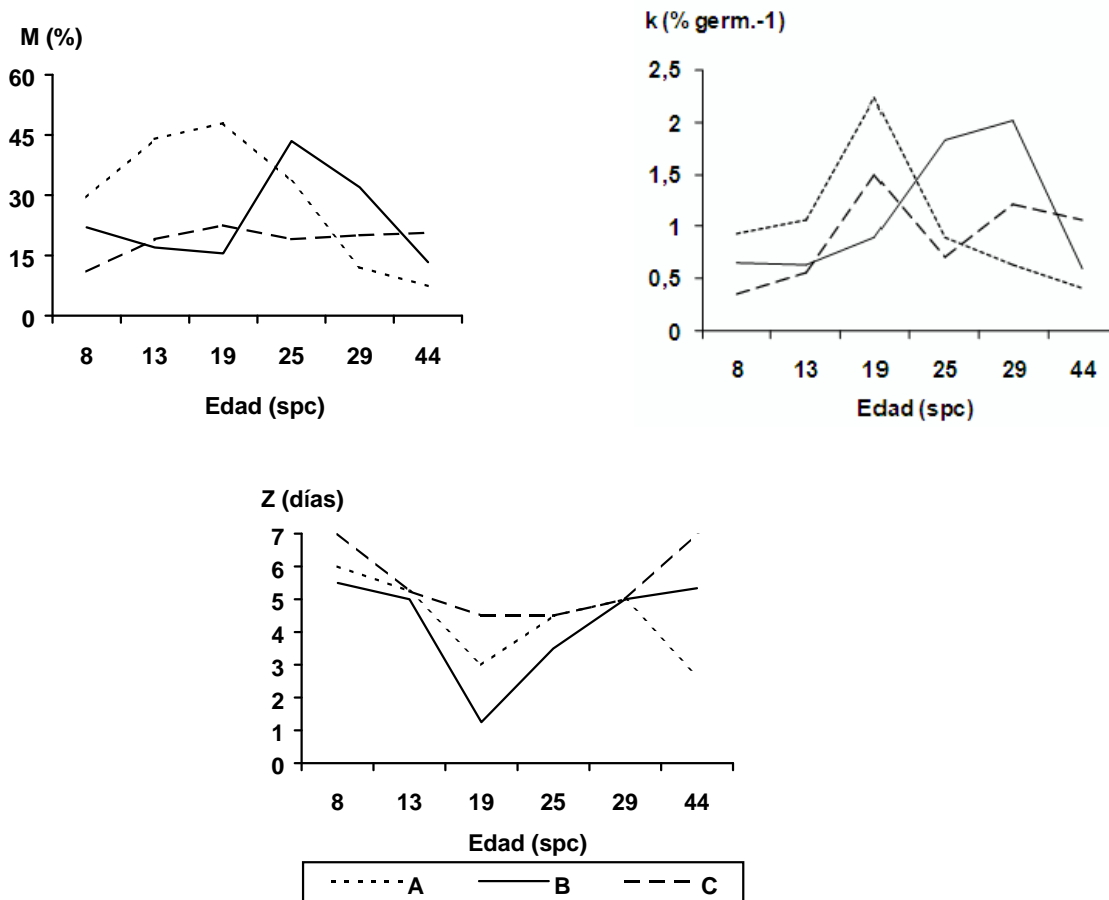


Fig. 1. Distribución de M, k y Z para los tres tratamientos en función de la edad de las semillas de *A. leibbeck*.

El parámetro  $k$ , que se corresponde con la velocidad de germinación, mostró un ámbito de dispersión que varió entre 0,35<sup>d</sup> y 2,23<sup>a</sup> % germ.d<sup>-1</sup> (fig. 1) y se encontraron los valores más altos en los tratamientos A (2,23<sup>a</sup>) y B (2,02<sup>a</sup>) cuando se sembró a las 19 y 29 spc, respectivamente.

El retraso de las semillas para germinar, representado por el valor  $Z$  (fig. 1), mostró en cada tratamiento el valor mínimo a las 19 spc y existieron diferencias significativas para estos valores en C con respecto a las siembras realizadas en A y B (3,0<sup>ab</sup>; 1,25<sup>a</sup> y 4,5<sup>c</sup> días para A, B y C, respectivamente), aunque se apreció que en B las semillas iniciaron la germinación un poco antes que en A.

Para determinar indirectamente las variaciones del vigor de las semillas es necesario analizar el comportamiento germinativo y su relación con la velocidad de germinación (Heydecker, 1972). El mayor porcentaje del parámetro  $M$  durante el estudio se observó en la siembra realizada a las 19 spc (48,0<sup>a</sup>%) en el tratamiento A (tabla 3) y justamente en esa evaluación se encontró el valor más alto de la velocidad germinativa (2,23<sup>a</sup>); según El Kassaby, Edwards y Taylors (1992) esto significa que las semillas no solo germinan más rápido, sino que a un mismo tiempo tienen mayor germinación, lo cual es obviamente ventajoso para el establecimiento de las plántulas bajo las condiciones de campo (Willan, 1991). Por lo tanto, este análisis indica un grado de vigor alto en las semillas de *A. lebeck* cuando se siembra a las 19 spc en vivero a pleno sol en comparación con las restantes evaluaciones.

Debido a que en cada tratamiento experimental existían diferencias de temperatura dadas por las características del lugar, fue necesario realizar el análisis de componentes principales; además, se conoce que la temperatura afecta la viscosidad y la energía cinética del agua, e incide, por lo tanto, en la tasa de imbibición y germinación de las semillas (Egley y Duke, 1987).

De acuerdo con los resultados (tabla 4) se considera que existió una alta variabilidad y entre las primeras 4 componentes se extrajo el 100 % de esta; sin embargo, sólo se tomaron en consideración las dos primeras ( $CP_1$  y  $CP_2$ ), ya que el valor propio de las restantes fue inferior a 0,8, considerado como valor límite para asegurar la confiabilidad de la explicación de la varianza (Philippeau, 1986).

Tabla 4. Relación entre las variables e indicadores que explican la varianza.

Variables	Componentes			
	$CP_1$	$CP_2$	$CP_3$	$CP_4$
	Relación entre indicadores en cada CP (valores $r/r^2$ )			
GERM	0,53/0,28	0,84/0,71	0,03/0,00	0,00/0,00
TMAX	0,94/0,89	-0,21/0,04	0,23/0,05	-0,08/0,00
TMIN	0,95/0,91	-0,11/0,01	-0,25/0,05	-0,07/0,00
TMED	0,97/0,95	-0,14/0,01	0,00/0,00	0,15/0,02
Valor propio ( $\lambda$ )	3,04	0,79	0,11	0,03
Varianza (%)	76,2	19,9	3,0	0,9
Varianza acumulada (%)	76,2	96,1	99,1	100

Un 76,2% de la variabilidad se extrajo en la primera componente y los indicadores que mejor explicaron este porcentaje (en función de los valores de  $r$  y  $r^2$ ) fueron la temperatura media, mínima y máxima. Por su connotación este eje puede ser interpretado como el eje de las temperaturas existentes en las tres condiciones donde se desarrolló el experimento.

La segunda componente ( $CP_2$ ) extrajo sólo un 9,9 % de la varianza total y la variable más relacionada y única fue la germinación. Por ello, este eje puede interpretarse como el eje de la germinación.

Sin embargo, si se analiza el plano  $CP_1$ - $CP_2$  se aprecia que una parte de la varianza de la germinación fue explicada en el eje 1 ( $r=0,53$ ,  $r^2=0,28$ ). La interpretación gráfica de estas relaciones se muestra en el círculo de correlaciones (fig. 2).

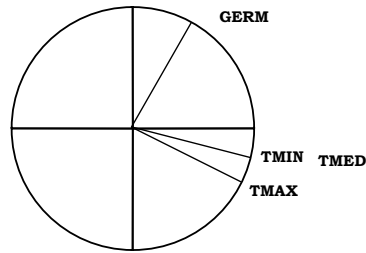


Fig. 2. Círculo de las correlaciones entre las variables y los ejes principales (eje 1: horizontal y eje 2: vertical).

Al analizar los individuos en el plano  $CP_1$ - $CP_2$  (fig. 3), se apreció que estos estuvieron divididos en tres grupos: un primer grupo que se relacionó con el eje 1 (eje de las temperaturas), donde estuvieron mejor representadas las observaciones realizadas en el vivero (localizadas hacia el extremo derecho); un segundo grupo relacionado con este mismo eje, que representó mejor las observaciones realizadas en la cabina (localizadas hacia el extremo izquierdo) y un tercer grupo localizado hacia el centro del plano, donde estuvieron mejor representadas varias observaciones (10) realizadas en el sombreador.

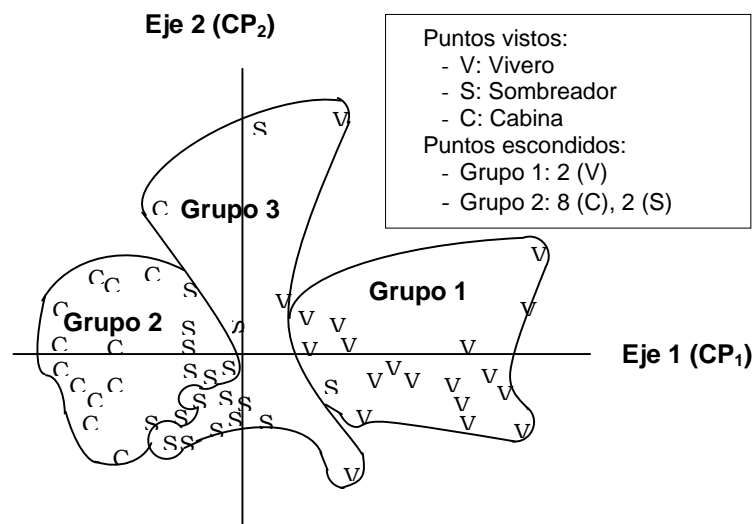


Fig. 3. Representación en el plano 1;2 de las observaciones según el valor de los cosenos cuadrados.

Se ha señalado que todas las semillas poseen sensores que detectan los cambios ambientales y así aseguran la germinación en condiciones favorables (Johnston, Olivares, Henríquez y Fernández, 1997); esto conduce a afirmar que las condiciones en el vivero experimental (tratamiento A) les permitieron experimentar cambios sucesivos tanto de temperatura como de humedad y, por tanto, fueron capaces de potenciar la germinación y romper la dormancia en valores aceptables, si se toma en consideración que no se aplicaron los tratamientos pregerminativos recomendados para las leguminosas de corteza seminal dura.

Los valores calculados para los parámetros M, k y Z, así como la interpretación biológica del análisis de componentes principales, sugieren que las semillas de *A. lebeck* almacenadas bajo condiciones ambientales deben sembrarse a las 19 spc en viveros a pleno sol, momento en que expresan un vigor alto, lo que les

proporcionará una germinación rápida y una emergencia uniforme. Se recomienda que para obtener resultados superiores debe estudiarse el empleo de métodos físicos y mecánicos para la ruptura de la dormancia en estas semillas.

### **AGRADECIMIENTOS**

Los autores desean agradecer a la Dra. Zoila Fundora y al MSc. Rey Machado por su valiosa ayuda en la realización de los análisis matemáticos, así como en la interpretación estadística.

### **REFERENCIAS**

- Academia de Ciencias de Cuba, 1979. Clasificación genética de los suelos de Cuba. Instituto de Suelos. La Habana, Cuba
- Brown, R.F. & Mayer, D.G. 1988. Representing cumulative germination. 2. The use of the Weibull function and other empirically derived curves. **Annals of Botany**. 61:127
- Cobbina, J.; Kolawole, J.O. & Atta-Krah, A.N. 1990. *Leucaena* and *Gliricidia* seed viability and germination as influenced by storage conditions. **Leucaena Research Reports**. 11:91
- Egley, G.H & Duke, S. 1987. Weed physiology. Vol. I. Reproduction and ecophysiology. Amsterdam Press, The Netherlands. 245 p.
- El-Kassaby, Y.A.; Edwards, D.G.W. & Taylors, D.W. 1992. Genetic control of germination parameters in douglasfir and its importance domestication. **Silvae Genetica**. 41:48
- Fenner, M. 1985. Seed ecology. Chapman & Hall, London. 151 p.
- Heydecker, W. 1972. Vigour. In: Viability of seeds. (Ed. E.H. Roberts). Syracuse University Press, UK. p. 209
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. **Seed Sci. Technol.** 27. Supplement.
- Johnston, M.; Olivares, A.; Henríquez, C. & Fernández, G. 1997. Factores abióticos en la germinación de terófitas de interés forrajero. **phyton**. 60:63
- Jøker, D. 2000. *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. DFSC. Seed Leaflet No. 7 (September). 2 p.
- Khan, A.A. 1982. The physiology and biochemistry of seed development, dormancy and germination. Elsevier Biomedical, Amsterdam. 547 p.
- Lowry, J.B.; Prinsen, J.H. & Burrows, D.M. 1994. *Albizia lebbbeck* a promising forage tree for semiarid regions. In: Forage tree legumes in tropical agriculture. (Eds. R.C. Gutteridge & H.M. Shelton). CAB International. Wallingford, UK. p. 75
- Navarro, Marlen & González, Yolanda. 1999. Identificación del período de latencia en tres especies de árboles leguminosos. **Pastos y Forrajes**. 22:239
- Philippeau, G. 1986. Comment interpréter les résultats d'une analyse en composantes principales. Service des Etudes Statistiques-ICTF. Lusignan, France. 26 p.
- Schmidt, L. 2000. Dormancy and pretreatment. In: Guide to handling of tropical and subtropical forest seed. DFSC, Hummlebaek, Denmark. p. 263
- Scott, S.T.; Jones, R.A. & Williams, W.A. 1984. Review of data analysis methods for seed germination. **Crop Sci.** 24:1192

- Soca, Mildrey & Simón, L. 1998. *Albizia lebbbeck* (L.) Benth (algarrobo de olor). **Pastos y Forrajes**. 21:101
- Sosef, M.S.M.; Hong, L.T. & Prawirohatmodjo, S. 1998. Timber trees: lesserknow timbers. Backhuys Publishers. Leiden, Netherlands. **Plant Resources of South-East Asia** No. 5 (3)
- Vázquez-Yanes, C. & Orozco-Segovia, A. 1984. Ecophysiology of seed germination in the tropical humid forest of the world: a review. In: Physiological ecology of plants of the wet tropics. (Eds. E. Medina, H. Mooney & C. Vázquez-Yanes). Dr. W. Junk Publishers, The Hague, Netherlands
- Willan, R.L. 1991. Guía para la manipulación de semillas forestales con especial referencia a los trópicos. FAO. Roma, Italia. 502 p.

Recibido el 8 de diciembre del 2000

Aceptado el 30 de mayo del 2001