

EFECTO DE LA ESCARIFICACIÓN Y PROFUNDIDAD DE SIEMBRA SOBRE LA GERMINACIÓN Y EMERGENCIA DE *Malpighia emarginata* DC

Libia Laskowski¹ y Dámaso Bautista²

RESUMEN

Se estudió el proceso de la germinación y emergencia del semeruco (*Malpighia emarginata*) utilizando pirenos y semillas extraídas de frutos maduros provenientes de plantas del huerto frutícola del Posgrado de Horticultura de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", en Barquisimeto, Venezuela. Se usaron como tratamientos: semillas extraídas del pireno, semillas dentro de pirenos intactos y semillas dentro de pirenos escaificados en combinación con cuatro profundidades de siembra (0, 5, 10 y 15 mm) para un total de 12 tratamientos. El ensayo se realizó utilizando 48 bandejas de germinación contentivas de arena y suelo (1:1) colocadas bajo una estructura de techo transparente. Los tratamientos se distribuyeron de acuerdo con un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones de 32 propágulos por cada bandeja. La germinación de las semillas fue epigea y fanerocotilar, con un porcentaje promedio de germinación muy bajo (12%). Los mayores porcentajes de germinación se obtuvieron a los 10 y 15 mm (semillas extraídas) y 5 mm (semillas dentro del pireno). Las semillas extraídas del pireno presentaron períodos de germinación más cortos y curvas de germinación menos erráticas que en el caso de la germinación de las semillas dentro del pireno. El 50% de la emergencia total varió con los tratamientos, alcanzándose a los 15 días en la semilla libre de pirenos, a los 35 días en los pirenos escaificados y entre 40 y 50 días en pirenos sin tratar. Se sugiere la realización de nuevos ensayos para determinar las causas que provocan baja germinación en el semeruco.

Palabras clave adicionales: Pireno, germinación epigea

ABSTRACT

Effect of seed scarification and depth of sowing on germination and emergence of *Malpighia emarginata* DC

The effects of seed scarification (intact seeds, partial scarified seeds and completely scarified) and depth of sowing (0, 5, 10 and 15 mm) on germination and seedling emergence of acerola (*Malpighia emarginata*) were studied at the Horticulture Postgrade, Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" in Barquisimeto, Venezuela. Seeds were sowed in 48 trays with a mixture of soil and sand (1:1) under a shelter of translucent roof. A total of 12 treatments with four replicates and 32 seeds per plot were used. The germination was epigeous and phanerocotylar. Seedling emergence was, in general, low (approximately 12 %). The highest percentages of seedling emergence corresponded to the completely scarified seeds sowed at 5 mm deep and intact seeds at 10 mm deep. Scarified seeds showed shorter and less erratic period of germination than intact seeds. Fifty percent of total emergence took 15 days in completely scarified seeds, 35 days in partial scarified seeds and 40-50 days in intact seeds. Further experiments are required in order to determine the reasons for the low germination of acerola seeds.

Additional key words: Seedling emergence, epigeous germination

INTRODUCCIÓN

En las zonas áridas y semiáridas, de escasa precipitación, alta insolación y elevadas temperaturas, es particularmente válida la aseveración de Hartmann et al. (1990) según la cual la germinación y el establecimiento de la plántula son los estados más críticos del ciclo de vida, puesto que implica la exposición del embrión, transitoriamente protegido por la

semilla, a variaciones del ambiente.

Los procesos de germinación y establecimiento de las plántulas son poco conocidos entre las especies leñosas que constituyen los bosques secos del estado Lara, destacándose entre éstas *Malpighia emarginata* DC, comúnmente conocida como semeruco o cereza. Esta planta, además de su valor intrínseco como componente de la biodiversidad del ecosistema semiárido, posee un particular

Recibido: Marzo 14, 2001

Aceptado: Mayo 5, 2002

¹Dpto. de Ciencias Biológicas. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado".

²Posgrado de Horticultura. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado". Apdo. 400. Barquisimeto. Venezuela. e-mail: damasoba@ucla.edu.ve

interés en el campo de la fruticultura por el alto contenido de vitamina C presente en sus frutos, razón por la cual es ampliamente cultivada en diversos países de América (Asenjo, 1980; Laskowski, 1996; Ledin, 1958).

Sobre *M. emarginata* existe un importante número de trabajos relacionados con la descripción y selección de cultivares, reproducción asexual, aspectos generales de su cultivo y caracteres anatómicos de órganos vegetativos y reproductivos (Ledin, 1958; Asenjo, 1980; Alves y Menezes, 1995; Laskowski y Bautista, 1998; 1999a; 1999b; 2000). Sin embargo, a excepción del trabajo de Moscoso (1956), no se conocen estudios relacionados con la propagación sexual y desarrollo de la plántula. La razón principal de ello radica en que el cultivo del semeruco se establece principalmente en base a la propagación por estacas (Laskowski y Bautista, 1999b); sin embargo, los programas de mejoramiento a través de hibridación y de conservación de la diversidad genética requieren de la reproducción sexual y el establecimiento del mayor número posible de plántulas vigorosas. La fruta del semeruco contiene un pireno trialado o tripirenoide que envuelve a los lóculos, cada uno con una semilla, por provenir de un ovario tricarpelar (Laskowski y Bautista, 2000). En el presente trabajo tuvo los objetivos de describir la germinación de la semilla de semeruco a partir de la observación de la emergencia del embrión cubierto o no por el pireno que lo protege y realizar un estudio preliminar sobre el efecto de cuatro profundidades de siembra sobre el porcentaje de germinación, tanto en las semillas dentro del pireno como en semillas extraídas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El trabajo fue realizado en el Posgrado de Horticultura de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado" (UCLA), Barquisimeto, Venezuela (10° 01'N, 510 msnm de altitud).

Las semillas y pirenos utilizados en el ensayo se obtuvieron de diez plantas de semeruco del huerto del Posgrado. Frutos maduros de estas plantas fueron lavados y secados a la sombra para la selección de propágulos, los cuales consistieron en: 1) semillas extraídas del pireno,

2) pirenos sin escarificar y 3) pirenos escarificados con ayuda de un bisturí con el cual se hicieron raspaduras para causar su debilitamiento por el dorso y las caras laterales. Estos tres tipos de propágulos fueron sembrados a cuatro profundidades para conocer sus efectos sobre la germinación. Las profundidades de siembra fueron 0, 5, 10 y 15 mm, medidos desde la superficie del sustrato. Las combinaciones de los tipos de propágulo por las profundidades de siembra constituyeron un total de 12 tratamientos. El ensayo se estableció bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. La unidad experimental estuvo representada por 32 propágulos de dos a tres semanas de edad, los cuales fueron sembrados en bandejas contentivas de un sustrato formado por una mezcla de arena y tierra con proporción 1:1 en volumen. En total se utilizaron 48 bandejas. Una vez realizada la siembra, las bandejas se colocaron sobre mesones dentro de un cobertizo de techo capaz de restringir el 80% de la radiación incidente, con una temperatura promedio de 26 °C. Se efectuó un riego diario del sustrato durante todo el experimento, entre los meses de junio y septiembre de 1999.

Las semillas se consideraron germinadas y emergidas cuando en la superficie del sustrato se observaron los cotiledones fuera de la envoltura seminal a consecuencia del alargamiento y erección del hipocótilo (emergencia de la plántula). Las determinaciones se hicieron cada 5 días y se prolongaron hasta los 90 días, durante los cuales se estableció el porcentaje total de germinación, la curva de emergencia relativa y el tiempo en días desde el inicio hasta completarse el 50% de la emergencia total, siguiendo procedimientos de Furatani et al. (1985) y Aular et al. (1996). Las curvas de emergencia se elaboraron con datos promedios de los propágulos: semillas extraídas del pireno, pireno intacto y pireno escarificado, para las profundidades de 5 y 10 mm. Los resultados fueron sometidos a análisis de varianza y prueba de medias, utilizando el programa CoStat, versión 4.2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de la germinación

El pireno y la semilla, así como los patrones

de germinación de los tres tipos de propágulos de semeruco utilizados se presentan en la Figura 1A, 1B, 1C y 1D. Cada tipo de propágulo mostró un tipo de germinación característico. En el caso de la semilla libre del pireno, la germinación operó por la fuerza de la emergencia de la radícula, la cual rompió basalmente la testa. Luego de la aparición de la radícula y como consecuencia de la expansión y desdoblamiento de los cotiledones, la cubierta seminal se rompió por la cara convexa, a nivel de la zona media del hilo, permaneciendo los restos de la testa por debajo de los cotiledones generalmente hasta la aparición del primer par de hojas.

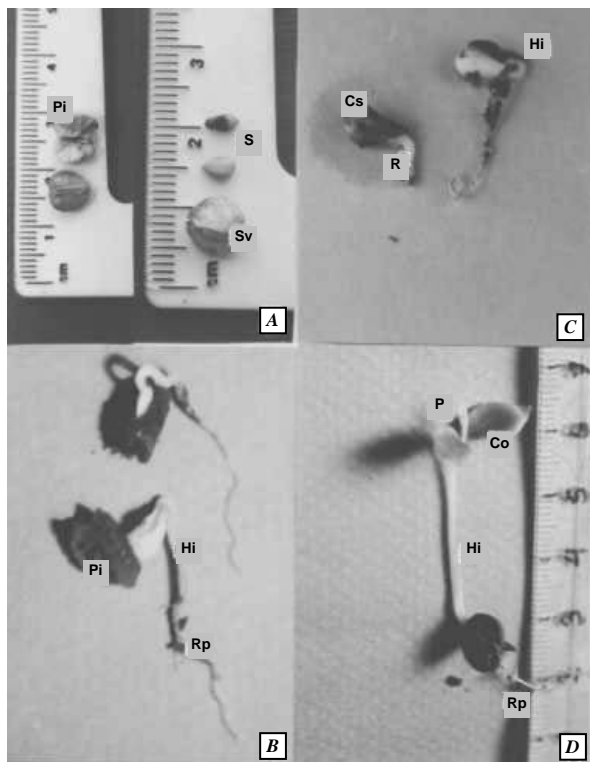


Figura 1. Patrones de germinación de la semilla del semeruco A. Semillas y pirenos. B. Germinación de semillas extraídas del pireno. C y D Germinación de semillas dentro del pireno. Co=Cotiledón; Cs=Cubierta seminal; Hi=Hipocótilo; R=Radícula, Rp=Raíz primaria; P=Plúmula; Pi=Pireno; S=Semilla; Sv=Sutura ventral

Después de la germinación, el hipocótilo se alargó formando un arco o “cuello” transitorio que desapareció cuando éste alcanzó la posición erecta, elevando por encima del sustrato

a los cotiledones, los cuales emergieron completamente libres de la envoltura de la semilla (Figura 1B). Estas características se corresponden con una germinación del tipo fanerocotilar y epígea de acuerdo con Duke (1965) y Ng (1978).

En la semilla dentro del pireno, el embrión fue capaz de separar la sutura ventral, emergiendo las estructuras de la plántula en el siguiente orden: radícula, hipocótilo curvo y cotiledones; estos últimos se desprendieron del pireno por la fuerza que ejerció el crecimiento vertical del hipocótilo, quedando la cubierta seminal dentro del pireno (Figura 1C). En pirenos escarificados, ocasionalmente se observó que la emergencia de la radícula y de los cotiledones ocurrió por los extremos adelgazados del pireno con rompimiento parcial de la sutura ventral, de tal forma que la parte basal del hipocótilo quedó atrapada dentro del pireno (Figura 1D). En este caso, los cotiledones, al desprenderse de las envolturas seminales quedaron también dentro del pireno.

Efecto del tipo de propágulo y la profundidad de siembra

No hubo efecto significativo atribuible al tipo de propágulo sobre el número de semillas germinadas en el tratamiento de siembra superficial del sustrato, mientras que si hubo diferencias significativas en los tratamientos correspondientes a profundidades de siembra (Cuadro 1). Al parecer, la presencia de luz sobre el tratamiento de siembra superficial pudo limitar proporcionalmente la capacidad germinativa de los propágulos. En general, la germinación fue baja en todos los propágulos, lo que pudiera ser una característica de la especie. Sin embargo, dado el grado de manipulación al que fueron sometidos los propágulos, puede considerarse adicionalmente otras causas contribuyentes a la baja germinabilidad: en el caso de las semillas sin pireno, la extracción pudo haber ocasionado lesiones, de mayor o menor grado, a la integridad de la cubierta seminal, provocando disminución en el vigor del embrión, tal como lo ha referido Bradford (1986) para otras especies de semilla pequeña. Por otro lado, la semilla del semeruco es pequeña, sin endosperma, dependiente de la cubierta traslúcida para una rápida actividad

fotosintética de los cotiledones y se le considera del tipo recalcitrante, la cual pierde su capacidad de germinar al someterse a deshidratación (Mathews y Powell, 1986). En este caso, las semillas fuera del pireno podrían haber sufrido un proceso rápido de deshidratación lo cual acelera la inviabilidad.

En la experiencia con pirenos como propágulos, la baja capacidad germinativa podría ser atribuida a la presencia del tejido esclerenquimático que encierra a la semilla del semeruco, la cual constituye una barrera mecánica que retarda la imbibición y posteriormente a la germinación (Hartmann et al., 1990); sin embargo, las semillas sin pireno mostraron igualmente un bajo porcentaje de germinación.

Cuadro 1. Efecto de tres profundidades de siembra sobre el porcentaje de germinación de tres tipos de propágulos de semeruco (n=128 semillas). (sp=semilla extraída del pireno; spne: semilla dentro de pirenos no escarificados; spe: semillas dentro de pirenos escarificados).

Profundidad (mm)	Tipo de propágulo			Signif.
	sp	spne	spe	
0	13aB	12aAB	11aB	ns
5	8cB	19bA	29aA	*
10	23aA	6bB	6bC	*
15	11aB	5bB	2bC	*
Significancia	*	*	*	*

Promedios seguidos por letras distintas, difieren según la prueba de Duncan al 5%. Letras minúsculas para las comparaciones dentro de cada fila y mayúsculas para las comparaciones dentro cada columna. ns = no significativo.

Por lo expuesto, se deben considerar por separado las causas inherentes a la baja tasa de germinación y emergencia; así, en el caso de las semillas sin pireno probablemente el embrión perdió vigor ya que el rompimiento de la cobertura seminal pudo provocar daño en los cotiledones y, en el caso de las semillas con pireno, la germinación se habría dificultado por la barrera de tejido mecánico que retarda la imbibición y tiende a imposibilitar el intercambio de gases (Braford, 1986; Mathews y Powell, 1986; Smith y Berjak, 1995). Esta afirmación encuentra apoyo en las diferencias de comportamiento en la germinación de las

semillas con pirenos escarificados y no escarificados, pues en las primeras, la escarificación permitió un ligero aumento en el porcentaje de germinación (Cuadro 1), aun cuando no hubo diferencias para el tratamiento de siembra superficial. A pesar del relativo mayor porcentaje de germinación presentado por las semillas extraídas de los pirenos, no es recomendable esta práctica debido a que la extracción es muy laboriosa y no se garantiza la integridad de la testa.

Con relación al efecto de las profundidades de siembra utilizadas, se observó diferencias significativas en el número promedio de semillas germinadas (Cuadro 1). Así, las semillas sin pireno presentaron un mayor porcentaje de germinación a los 10 y 15 mm (23 y 11%), mientras que en las semillas con pirenos escarificados y no escarificados los mayores porcentajes de germinación se registraron a una profundidad de 5 mm (29% y 19%, respectivamente).

La existencia de un mayor porcentaje de semillas germinadas a profundidades medias cuando son extraídas de los pirenos (Cuadro 1) puede deberse a que la testa de la semilla del semeruco facilita tanto la imbibición como el intercambio gaseoso, fenómenos restringidos a mayores profundidades particularmente para las semillas envueltas por tejidos esclerenquimáticos (Boesewinkel y Bouman, 1995).

En general, se considera que una porción de las semillas y los pirenos sufren una inhibición relativamente similar ante la exposición a la luz (profundidad de siembra). De los propágulos que germinaron en la superficie del sustrato, la radícula de las semillas extraídas de los pirenos, no fue capaz de implantarse en el sustrato ni continuar su crecimiento por carecer del apoyo del pireno. Probablemente, en su medio natural, el peso del pireno da el apoyo necesario para que la semilla del semeruco penetre unos milímetros en el suelo. En el caso de la profundidad, algunas de las plántulas emergidas desde profundidades de 10 mm o mayores, éstas no pudieron ser observadas debido a que el hipocótilo es una estructura de longitud limitada y no alcanzó en el corto tiempo a exponer los cotiledones a la luz para el inicio de la fotosíntesis. A 15 mm de profundidad, las semillas que germinaron formaron plántulas que

no lograron sobresalir del sustrato, se etiolaron y murieron.

Curvas de emergencia

En el caso de semillas extraídas del pireno o sin pireno (Figura 2), la curva de emergencia acumulada indica que el proceso se inició a partir de los 5 días después de siembra y finalizó a los 45 días. El 50% de la emergencia del total de las semillas se alcanzó aproximadamente a los 15 días.

En el caso de semillas con pireno escarificado (Figura 2), se observó el inicio de la germinación a partir del día 20 después de la siembra y se extendió hasta más o menos el día 75, con una emergencia del 50% del total de las semillas alrededor del día 35, de acuerdo con la curva de valores acumulados.

Para las semillas con pireno sin escarificar o intacto (Figura 2), la curva de valores acumulados tuvo características similares a la de semillas con pirenos escarificados, con un inicio de la germinación a partir del día 20 que se extendió por un período de 90 días. El 50% de la germinación total de semillas ocurrió entre los días 45 y 50.

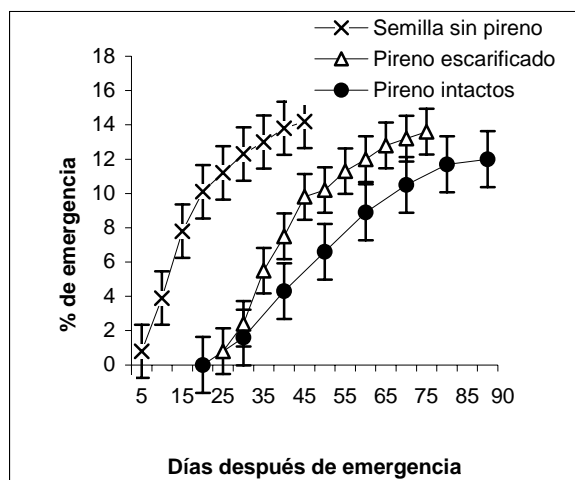


Figura 2. Emergencia de semillas de semeruco extraídos del pireno (X), dentro del pireno sin escarificar (Δ) y dentro del pireno escarificado (●).

En general, se pudo observar que la germinación en las semillas extraídas fue más rápida, más sincronizada y concentrada en menor tiempo que en las semillas con pirenos.

La germinación de los pirenos mostró ser más errática con los lapsos más prolongados, especialmente en el caso de las semillas con pirenos sin estratificar, cuyo proceso de germinación y emergencia requirió hasta el doble del tiempo en comparación con las semillas extraídas del pireno. Este patrón de comportamiento de la emergencia de los pirenos resultaron ser muy similares a los reportados por Maciel y Mogollón (1995) para algunas especies de palmas.

La amplitud en los períodos de germinación demostrado para las semillas del semeruco se corresponde, en primer lugar, con el tipo de propágulo usado para el proceso, y en segundo lugar por la variabilidad genética producto de la reproducción sexual. De acuerdo con Kigel (1995), las variaciones en el tamaño, longevidad y latencia de semillas provenientes de una misma especie se deben a diferencias genéticas o fisiológicas. A pesar de que en las zonas áridas, ambiente donde se desarrolla el género *Malpighia*, se observan pocas diferencias morfológicas en las semillas de una misma especie debido a la existencia de fuerzas de selección muy abruptas, la plasticidad fenotípica de las semillas responde a la necesidad de mantener heterogeneidad en las poblaciones (Kigel, 1995), hecho que en *Malpighia* ha sido observado tanto en descendencias controladas (datos no publicados) como en plantas jóvenes en el medio natural.

La desuniformidad en la tasa de emergencia, particularmente en el caso de la germinación de las semillas con pireno es un factor adverso en el aspecto hortícola, ya que no permite lograr a un mismo tiempo una población uniforme en cuanto a tamaño y calidad (Hartmann et al., 1990).

CONCLUSIONES

El porcentaje de germinación fue bajo aunque bastante similar entre semillas extraídas y semillas dentro de los pirenos. La germinación de la semilla extraída del pireno tendió a ser más rápida y sincronizada en comparación con la semilla dentro del pireno.

En el caso de las semillas dentro del pireno, y profundidad de siembra de 5 cm, la escarificación favoreció el porcentaje de germinación.

Las semillas germinaron adecuadamente cuando fueron colocadas a profundidades entre 5 y 10 mm.

AGRADECIMIENTO

Al Consejo de Desarrollo Científico, Humanístico y Tecnológico (CDCHT) de la Universidad Centroccidental "Lisandro Alvarado", por el financiamiento otorgado. A los profesores María E. Sanabria, Dilcia Lozada y Jesús Aular, del Decanato de Agronomía, por las recomendaciones al texto.

LITERATURA CITADA

1. Alves, R. y J. Menezes. 1995. Botánica. Da Aceroleira. *In*: A. Reboucas y R. Alves (eds.). Acerola no Brasil. Bahia, Brasil. pp. 7-14.
2. Asenjo, C. 1980. Acerola. *In*: Shaw (ed.). Tropical and Subtropical Fruits. Avi. Westport, Connecticut. pp. 341-374.
3. Aular, J., D. Bautista y N. Maciel. 1996. Influencia de la luz, la profundidad de siembra y el almacenamiento sobre la germinación y emergencia de la parchita. *Agronomía Tropical* 46(1): 73 – 83.
4. Boesewinkel, D. y F. Bouman. 1995. The seed: structure and function. *In*: J. Kigel y G. Galili. (eds.). Seed Development and Germination. Marcel Dekker. New York. pp. 1-9.
5. Bradford, K. J. 1986. Manipulation of seed water relations via osmotic priming to improve germination under stress conditions. *HortScience* 2(5): 1105-1112.
6. Duke, J. A. 1965. Keys for the identification of seedlings of some prominent woody species in eight forest types in Puerto Rico. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 52(3): 314-350.
7. Furatani, S., B. Zandstra y H. Price. 1985. Low temperature germination of celery seeds for fluid drilling. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 100: 153-156.
8. Hartmann, H.T., D.E. Kester y D. Davies. 1990. *Plant Propagation Principles and Practices*. Prentice Hall. New Jersey.
9. Kigel, J. 1995. Seed germination in arid and semiarid regions. *In*: J. Kigel y G. Galili. (eds.). *Seed Development and Germination*. Marcel Dekker. New York. pp. 645-699.
10. Laskowski, L. 1996. Selección, propagación y anatomía del semeruco. Tesis. Posgrado de Horticultura. Universidad Centroccidental Lisandro Alvarado. Barquisimeto. 179 p.
11. Laskowski, L. y D. Bautista. 1998. Evaluación de las características vegetativas, productivas y de la calidad de la fruta en la plantas de semeruco. *Agronomía Tropical* 48(3): 239-249.
12. Laskowski, L. y D. Bautista. 1999a. Características anatómicas de la flor del semeruco (*Malpighia emarginata* DC). *Ernstia* 9(1): 19-36.
13. Laskowski, L. y D. Bautista. 1999b. Secuencia de aparición y características anatómicas de las raíces adventicias del semeruco tratadas con AIB. *Bioagro* 11(3): 87-94.
14. Laskowski, L. y D. Bautista. 2000. Características anatómicas del desarrollo del fruto del semeruco. *Ernstia* 10(3): 105-115.
15. Ledin, B. 1958. The Barbados or West Indian Cherry. *Agric. Exp. St. University of Florida*. Gainesville, Florida. Bulletin 594.
16. Maciel, N. y N. Mogollón. 1995. Variables de emergencia en semillas germinadas de seis palmas ornamentales. *Bioagro* 7(1): 10-16.
17. Mathews, S. y A. Powell. 1986. Environmental and physiological constraints of field performance of seeds. *HortScience*

- 21(5): 1125-1128.
18. Moscoso, C. 1956. West Indian Cherry: Richest known source of natural vitamin C. *Economic Botany* 10(3): 280-294.
19. Ng, E. 1978. Strategies of establishment in Malayan forest trees. *In: Tropical Trees as Living Systems*. P.B Tomlinson y M.H. Zimmermann (eds.) Cambridge. Univ. Press. Cambridge. pp. 129-162.
20. Smith, M.T. y P. Berjak. 1995. Deteriorative changes associated with the loss viability of stored desiccation-tolerant and desiccation-sensitive seeds. *In: Seed Development and Germination* (ed.). J. Kigel y G. Galili. Marcel Dekker. New York. pp. 701-4646.