

Efecto de la escarificación húmeda y seca en la emergencia de plántulas de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth.

Effect of moist and dry scarification on the emergence of *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. seedlings

Marlen Navarro¹, G. Febles², Verena Torres² y Aida Noda²

Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey"

Central España Republicana, CP 44280, Matanzas, Cuba

E-mail: marlen.navarro@indio.atenas.inf.cu

²*Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas, La Habana, Cuba*¹

Resumen

Se evaluó la aplicación de diferentes métodos de escarificación para favorecer la emergencia de plántulas a partir de semillas de *A. lebbbeck* almacenadas al ambiente, para lo cual se empleó un diseño completamente aleatorizado con arreglo factorial 4 x 13 y 3 x 13 para la escarificación húmeda y la seca, respectivamente. Se encontró interacción significativa entre los factores para la escarificación húmeda ($P < 0,001$). Los mejores valores para el ácido, el agua caliente y el remojo se presentaron a los 4 mdia; estos fueron inferiores a lo ocurrido en el control y entre ellos sólo fueron estadísticamente diferentes el agua y el remojo, y el agua y el control. Se destaca el contraste entre los valores a 6 mdia para el ácido (6,3%) y el control (40,1%); en esta última evaluación se logró la mayor emergencia para la escarificación húmeda. En la escarificación seca, se obtuvo el mayor porcentaje en el tratamiento basado en el corte de cubierta y 3 mdia (71,0%), y difirió estadísticamente del resto. En el método del corte todos los registros de la emergencia fueron superiores a los del control. Para el corte y el pinchazo, sólo se detectaron diferencias estadísticas entre 2 y 3 mdia; en ambos el valor dominante fue el del método del corte. Los resultados de la emergencia permiten valorar el corte de cubierta como un método apropiado para las semillas de albizia, sin dejar de mencionar que el remojo también constituye otra alternativa para la escarificación.

Palabras clave: *Albizia lebbbeck*, almacenamiento, emergencia, escarificación

Abstract

The application of different scarification methods to favor seedling emergence from *A. lebbbeck* seeds stored under ambient conditions was evaluated, for which a completely randomized design was used with 4 x 13 and 3 x 13 factorial arrangement for moist and dry scarification, respectively. Significant interaction was found among the factors for moist scarification ($P < 0,001$). The best values for the acid, hot water and soaking were found at 4 mos; they were lower than the control and among them only water and soaking and water and control were statistically different. The contrast between the values at 6 mos for the acid (6,3%) and the control (40,1%) stands out; in this last evaluation the highest emergence for moist scarification was achieved. In dry scarification, the highest percentage was obtained in the treatment based on the coat cut and 3 mos (71,0%), and differed statistically from the rest. In the cutting method all the emergence records were higher than the control. For the cut and puncture, statistical differences were detected only between 2 and 3 mos; in both the prevailing value was that of the cutting method. The emergence results allow to evaluate the coat cut as an appropriate method for *A. lebbbeck* seeds, without obviating that soaking also constitutes an alternative for scarification.

Key words: *Albizia lebbbeck*, emergence, scarification, storage

Introducción

Debido al interés que despierta la búsqueda de nuevas alternativas para la producción animal tropical y de especies de uso múltiple que puedan incluirse en estos sistemas productivos, un grupo de científicos cubanos han concentrado sus esfuerzos en el estudio del germoplasma arbóreo forrajero del que se dispone en el país.

Conocer las condiciones que favorecen la germinación es útil para fines de siembra. La germinación rápida y el desarrollo homogéneo de las plántulas reducen los cuidados en el vivero, debido a que se promueve una población más uniforme en el campo, donde están expuestas a las condiciones adversas del ambiente (Pacheco *et al.*, 2006).

La emergencia de las plántulas, por otro lado, es el evento fenológico que más influye en el éxito de una plantación; representa el momento en el cual una plántula se hace independiente de las reservas seminales no renovables, originalmente producidas por sus progenitores, y cuando comienza el autotrofismo fotosintético, el tiempo de emergencia muchas veces determina si una planta compite exitosamente con sus vecinos, si es consumida por los herbívoros, infestada por las enfermedades y si florece, se reproduce y madura al final de su etapa de crecimiento (Forcella *et al.*, 2000). No obstante, algunos fenómenos de la naturaleza, como la dormancia, pueden definir su manifestación.

En un experimento previo se evaluó la capacidad germinativa de las semillas de *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. posteriormente a la aplicación de diferentes métodos presiembra (Navarro *et al.*, 2010). No obstante, el comportamiento de la emergencia de las plántulas, como se ha mencionado, es crucial para el éxito de la plantación y el subsiguiente crecimiento en el campo.

Por ello se decidió evaluar la aplicación de diferentes métodos de escarificación para favorecer la emergencia de las plántulas al emplear semillas recién cosechadas de *A. lebbbeck* almacenadas al ambiente.

Materiales y Métodos

Diseño experimental y tratamientos. Para el estudio se empleó un diseño completamente aleatorizado, con arreglo factorial 4 x 13 en el caso de la escarificación húmeda y 3 x 13 en la escarificación seca, en el que los factores estuvieron determinados por los métodos presiembra y los tiempos de almacenamiento.

A intervalos mensuales, en el momento de la siembra se aplicaron los métodos de escarificación que se relacionan en la tabla 1. La frecuencia de evaluación fue: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 y 12 meses de iniciado el almacenamiento (mdia), en cada uno de los tres años consecutivos, para lo cual se cosecharon semillas de la misma plantación progenitora.

Tabla 1. Métodos de escarificación antes de la siembra en el vivero.

Table 1. Scarification methods before planting in nursery.

Escarificación	Método	Procedimiento
Húmeda	Ácido	Exposición a H ₂ SO ₄ al 96% de concentración durante 15 minutos
	Agua caliente	Inmersión en H ₂ O a 80 ⁰ C durante 3 minutos
	Remojo	Inmersión en H ₂ O a temperatura ambiente durante 24 horas
	Control	Sin tratamiento
Seca	Pinchazo	Pinchazo con aguja entomológica región dorsiventral de la semilla
	Corte de cubierta	Corte ligero de la cubierta seminal en la zona opuesta al embrión
	Control	Sin tratamiento

Para la determinación de la emergencia se emplearon en cada evaluación 400 semillas, distribuidas en cuatro repeticiones (ISTA, 1999). Se realizaron conteos diarios en el vivero durante 21 días y el riego fue a saturación.

Se consideró que la plántula estaba emergida cuando en la superficie del sustrato se observaron los cotiledones fuera de la envoltura seminal debido al alargamiento y erección del hipocótilo (Besnier, 1965).

Procesamiento estadístico de los resultados. Se realizó análisis de varianza según el modelo de clasificación simple, en arreglo factorial 4 x 13 para la escarificación húmeda y 3 x 13 para la escarificación seca. Los datos se transformaron según $\text{Arcsen}\sqrt{(\%+0,375)}$; se utilizó la dócima de comparación múltiple de Duncan (1955) y las diferencias fueron declaradas significativas a valores de $p < 0,05$. El procesamiento estadístico se llevó a cabo mediante el programa InfoStat versión 1.0 (Rienzo *et al.*, 2001).

Resultados y Discusión

En la tabla 2 se observa el porcentaje de emergencia de las plántulas de *A. lebeck* a diferentes tiempos de almacenamiento. Se encontró interacción significativa entre los factores estudiados ($P < 0,001$).

Tabla 2. Emergencia de las plántulas de *A. lebeck* después de la escarificación húmeda.

Table 2. Emergence of *A. lebeck* seedlings after moist scarification.

Meses	Ácido	Agua	Remojo	Control
0	18,91 hijklm (15,50)	14,90 defghijk (8,33)	22,92 lmno (16,67)	20,63 ijklmn (13,83)
1	4,58 a (0,33)	6,30 ab (1,17)	17,76 ghijkl (12,33)	17,76 ghijkl (12,50)
2	9,17 abcde (4,00)	6,30 ab (1,00)	29,22 opqr (23,67)	35,52 rs (34,00)
3	15,47 defghijkl (7,33)	3,44 a (0)	33,80 qrs (31,00)	38,39 s (38,67)
4	33,23 pqrs (31,00)	26,93 nopq (20,83)	36,10 rs (34,67)	36,67 s (35,67)
5	6,30 ab (1,33)	3,44 a (0)	26,36 mnop (20,00)	17,76 ghijkl (10,00)
6	6,30 ab (1,00)	9,17 abcdef (3,00)	26,36 mnop (20,00)	40,11 s (41,33)
7	7,45 abcd (1,67)	8,02 abcde (2,00)	17,19 fghijkl (8,67)	20,05 ijklmn (15,25)
8	13,18 bcdefghi (6,33)	10,89 abcdefg (4,83)	16,04 efghijkl (8,33)	13,75 bcdefghij (6,67)
9	22,92 lmno (19,50)	17,76 ghijkl (14,67)	5,73 ab (1,00)	10,31 abcdefg (3,42)
10	20,05 ijklmn (15,17)	6,88 abc (1,50)	12,61 bcdefghi (6,00)	10,31 abcdefg (3,17)
11	21,20 jklmno (16,50)	4,58 a (0,33)	15,47 defghijkl (7,83)	14,32 cdefghij (6,17)
12	23,49 lmno (18,17)	4,58 a (0,33)	10,89 abcdefg (3,83)	11,46 abcdefgh (4,00)
EE (±)			0,041	
Sign.			P<0,001	

Los valores () corresponden a las medias de los datos originales.

Medias con la misma letra no difieren entre sí, según Duncan (1955)

El valor más alto (40,1%) correspondió a la evaluación realizada a los 6 mdia en el control; no obstante, éste no difirió estadísticamente de los porcentajes registrados a los 2, 3 y 4 mdia cuando no se aplicaron métodos dirigidos a la ruptura de la dormancia; tampoco se observaron diferencias cuando las semillas con 4 mdia permanecieron 15 minutos en H_2SO_4 al 96% de concentración, así como en aquellas que a 3 y 4 mdia estuvieron 24 horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra.

Sólo las evaluaciones a 0, 4, 8 y 11 mdia tratadas con ácido no mostraron diferencias estadísticas con relación al control; el resto difirió ($P < 0,001$) positiva o negativamente. Las semillas sembradas a los 9, 10 y 12 mdia, previa inmersión por 15 minutos en ácido sulfúrico al 96%, presentaron valores superiores para la emergencia de las plántulas que las que no recibieron ningún método de escarificación, lo cual pudiera explicarse por una germinación más temprana.

Es justo mencionar que las diferencias entre los valores a 0 y 8 mdia, para este método y el control, fueron favorables a este último y en la mayoría de los casos con diferencias estadísticas (tabla 2). Por otra parte, la mayor emergencia de las plántulas cuyas semillas fueron tratadas con ácido se observó a los 4 mdia (33,2%), sin mostrar diferencias con las semillas evaluadas en ese mismo tiempo de almacenamiento en el control, pero sí con el resto de las evaluaciones en el método del ácido sulfúrico.

Otro aspecto de interés (tabla 2) es el contraste entre la emergencia a 6 mdia para el ácido (6,3%) y el control (40,1%); en esta última evaluación las semillas que no recibieron tratamientos antes de la siembra lograron el mayor porcentaje de emergencia, lo cual parece indicar que a los 6 mdia se presentaron, en buena medida, las condiciones naturales en las cuales se atenúa o cancela la dormancia y se facilita la emergencia (Baskin y Baskin, 2001; Foley, 2001). De acuerdo con lo planteado por Teketay (1996) el método del ácido no es aplicable a las semillas que fácilmente se convierten en permeables, debido a que este penetra y daña el embrión.

En sentido general también podría pensarse que la exposición de las semillas (de 0 a 8 mdia) de albizia al H_2SO_4 por 15 minutos, fue excesiva para la emergencia en las evaluaciones entre 0 y 8 mdia, como igualmente ocurrió para la germinación (Navarro *et al.*, 2010), ya que se conoce que la duración de este pretratamiento debe tener como objetivo el alcance de un balance en el cual la corteza de la semilla sea suficientemente rota para permitir la imbibición, pero sin que el ácido dañe el embrión (Teketay, 1996). Por otra parte, Skerman *et al.* (1991) afirman que las semillas tratadas con H_2SO_4 pueden sufrir daños del tegumento o que este no sea lo bastante impermeable para impedir que el ácido penetre y dañe el embrión, por lo cual la emergencia se afecta notablemente.

De acuerdo con lo informado por Swofford (1965), para que la escarificación ácida sea apropiada y menos agresiva el contenido de humedad de las semillas debe estar por debajo de 10%, ya que valores más altos propician que la acción del ácido sulfúrico sea más violenta, lo cual provoca daños a estas. El presente experimento se realizó con semillas almacenadas en condiciones ambientales, donde es imposible controlar la humedad por debajo del 10% (Navarro y Lezcano, 2007).

Los resultados enunciados anteriormente para la emergencia no pueden apartarse del efecto del ácido (o cualquier otro pretratamiento) en la germinación de las semillas. Es conocido que en la dinámica de la emergencia de las plántulas, en las zonas tropicales, las fuertes interacciones entre el microclima y la liberación de la dormancia tienen importantes implicaciones (van Klinken *et al.*, 2006), lo cual hace muy variables los resultados con relación a lo planteado en la literatura. No obstante, esto puede ser especulativo.

Por otro lado, el comportamiento de la emergencia de las plántulas en el método del agua caliente fue estadísticamente similar al control para las semillas evaluadas a los 0, 8, 9, 10 y 12 mdia. Ninguna de las evaluaciones que difirieron del control presentaron porcentajes de la variable en estudio superiores a éste (tabla 2). Al igual que en el método del ácido, el agua caliente mostró el

valor más alto de la emergencia a los 4 mdia; no obstante, éste difirió del encontrado en el control en ese mismo tiempo de almacenamiento, pero no del reportado en el ácido.

El agua caliente está reportada por un grupo amplio de autores como un método ágil, barato y simple para provocar la ruptura de la dormancia de muchas especies tropicales, así como favorecer la germinación y la emergencia. Es preciso destacar que estos reportes parten de los estudios de la germinación de las semillas; mientras que en el presente experimento se evaluó el comportamiento de la emergencia de las plántulas en el vivero, por lo que podría plantearse que la exposición de las semillas de albizia durante tres minutos al agua a 80°C como tratamiento presiembra, en busca de beneficios para la emergencia de plántulas, no ofrece ventajas. Es posible que al penetrar el calor, además de provocar fallas en las estructuras que conforman el tegumento, afecte las estructuras embrionarias. En este caso la temperatura alta puede acelerar el metabolismo, que pasa violentamente de un estado de relativa quiescencia general a una activación intensa (van Klinken y Flack, 2005).

Otros resultados de este experimento muestran el comportamiento de las semillas que se remojaron durante 24 horas en agua a temperatura ambiente, el cual fue muy diferente del observado en el método del ácido y el agua caliente, puesto que para el remojo sólo las evaluaciones a 5 y 6 mdia fueron estadísticamente diferentes al control. La primera de ellas mostró un mayor porcentaje de emergencia de las plántulas (26,4 vs 17,8%) con relación a este último, es decir, el embrión no se afectó debido a dicho porcentaje en el método del remojo.

El valor más alto en el método presiembra del remojo se obtuvo a los 4 mdia (36,1%), aunque es de destacar que éste no difirió estadísticamente de 33,8% reportado a los 3 mdia, y que a su vez fue menor que lo informado para el control a los 4 mdia (36,7%); esta última evaluación no mostró diferencias significativas con 6 mdia (40,1%), considerado el porcentaje mayor en el control y a su vez en todo el agrupamiento de escarificación húmeda.

Otro aspecto de particular interés resultó que a los 6 mdia las semillas que no fueron tratadas dieron origen a la mayor cantidad de plántulas; esto podría estar relacionado con las condiciones ambientales en las cuales se desarrolló dicha evaluación, asunción que está ampliamente respaldada en la literatura sobre el tema, desde los clásicos como Nikolaeva (1977) hasta las más recientes investigaciones de Baskin y Baskin (2004). No obstante, esto no fue medido en el experimento y puede ser interpretativo. Un elemento importante es que este resultado, como otros en cuanto a la emergencia, indica que cuando hay una mayor y más rápida germinación existe, en general, un porcentaje de emergencia mayor.

En ocasiones el remojo en agua a temperatura ambiente incrementa la velocidad de germinación (CATIE, 2000). Parece ser que el efecto es simplemente una imbibición más rápida a partir del agua que rodea las semillas cuando están en bolsas, con riego frecuente, si se compara con la que se puede lograr en una cápsula Petri con arena humedecida (prueba estándar de germinación).

Schmidt (2000) planteó que el remojo en agua a temperatura ambiente es muchas veces suficiente para permitir la permeabilidad de la corteza seminal; mientras que el efecto de este mismo tratamiento en semillas duras varía con la especie, lo que indica que en algunas especies las semillas se convierten en gradualmente permeables y en otras existe un pobre efecto del remojo continuo.

Los mejores valores para el ácido, el agua caliente y el remojo (33,2; 26,9 y 36,1%, respectivamente) se presentaron a los 4 mdia. Para los tres métodos, los valores porcentuales fueron inferiores a lo ocurrido en el control para la emergencia y entre ellos sólo fueron estadísticamente diferentes el agua y el remojo, y el agua y el control (tabla 2).

Con respecto a la escarificación seca, al realizar un corte en la cubierta seminal antes de la siembra a los 3 mdia, se obtuvo el mayor porcentaje de emergencia de plántulas (71,0%), valor que

difirió estadísticamente del resto de las evaluaciones realizadas para el pinchazo, el control e incluso este mismo método (tabla 3).

Tabla 3. Emergencia de las plántulas de *A. lebbeck* después de la escarificación seca.

Table 3. Emergence of *A. lebbeck* seedlings after dry scarification.

Meses	Corte	Pinchazo	Control
0	30,37 jklm (30,17)	27,50 hijk (22,83)	20,63 cdefghij (13,83)
1	25,21 ghij (26,00)	18,91 abcdefgh (16,67)	17,76 abcdefgh (12,50)
2	50,99 o (59,5)	28,65 hijkl (30,00)	35,52 klmn (34,00)
3	71,05 p (87,67)	52,71 o (63,00)	38,39 lmn (38,67)
4	38,39 lmn (39,00)	36,10 klmn (36,17)	36,67 klmn (35,67)
5	24,06 efghij (18,67)	16,04 abcdefg (7,33)	17,76 abcdefgh (10,00)
6	45,84 no (51,00)	40,11 mn (41,33)	40,11 mn (41,33)
7	29,79 ijklm (29,67)	22,35 defghij (19,00)	20,05 abcdefghij (15,25)
8	13,18 abcde (5,83)	9,17 a (3,00)	13,75 abcde (6,67)
9	20,63 bcdefghij (15,67)	11,46 abc (4,67)	10,31 ab (3,42)
10	19,48 abcdefghi (11,33)	9,74 ab (3,17)	10,31 ab (3,17)
11	25,21 ghij (19,67)	14,90 abcdefg (7,00)	14,32 abcdef (6,17)
12	22,35 defghij (15,83)	12,61 abcd (5,17)	11,46 abc (4,00)
EE (±)		0,056	
Sign.		P<0,01	

Los valores () corresponden a las medias de los datos originales.

Medias con la misma letra no difieren entre sí, según Duncan (1955)

Sólo las semillas sembradas a 2, 3, 11 y 12 mdia, previa implementación del corte en el lado opuesto al embrión, manifestaron diferencias estadísticas ($P<0,001$) con respecto a las evaluaciones en el control. En todos estos casos los registros de la emergencia en el método del corte fueron superiores a los de aquellas semillas que no recibieron pretratamiento, al igual que sucedió en *Albizia grandibracteata* (Tigabu y Oden, 2001).

Lo anterior pudo estar asociado a que este método permite que todas las semillas puedan convertirse en permeables, ya que al manipularlas manualmente, el corte se realiza de acuerdo con el espesor de la cubierta y el riesgo de daño es menor, dado que se evita manipular en las cercanías de la región radicular (Poulsen y Stubsgard, 2000).

Por otra parte, podría pensarse que el éxito del corte de cubierta está relacionado con la propiedad que tienen las semillas de los árboles leguminosos de presentar células que extraen agua en la capa empalizada (Schmidt, 2000) y, por tanto, después del corte el proceso de reblandecimiento pasa del lugar inicial de la imbibición a la cubierta seminal completa en pocas horas, una vez que se sitúa en un sustrato humedecido.

Sin embargo, Sanabria *et al.* (2004) afirman que generalmente el método del corte de cubierta no es práctico para grandes cantidades de semillas, lo que debe ser evaluado adecuadamente.

Al relacionar los porcentajes de la emergencia de las plántulas en el corte y el pinchazo, sólo se detectaron diferencias estadísticas entre los valores de 2 y 3 mdia; en ambos el valor dominante fue el del método del corte de cubierta (tabla 3) e indica que ambos tratamientos fueron similares en cuanto al efecto que producen, lo que se ha señalado anteriormente.

Al igual que en el tratamiento del corte, el porcentaje máximo para la emergencia cuando se procedió al pinchazo en la región dorsiventral de las semillas se observó a los 3 mdia (52,7%), el cual difirió ($P < 0,001$) del resto de los valores de la escarificación seca, con excepción del corte a los 6 mdia. Justamente la emergencia de las plántulas en la evaluación que relacionaba los 3 mdia y el pinchazo de las semillas, fue la única de este método que mostró diferencias estadísticas significativas y favorables en comparación con el control.

Las variaciones entre los resultados de las semillas a las que se les practicó un pinchazo antes de la siembra y aquellas que no recibieron ningún tratamiento fueron ligeras (tabla 3); por ello, podría pensarse que el tratamiento es otra alternativa conveniente para potenciar la emergencia de las plántulas de *A. lebeck*.

Wolf y Kamondo (1993) y Msanga (1998) consideraron efectivo el pinchazo para liberar la dormancia de *Acacia tortilis*, *Acacia seyal*, *Albizia gummifera*, *Brachystegia spiciformis*, *Delonix elata*, *Faidherbia albida*, *Leucaena leucocephala*, *Maesopsis eminii* y *Terminalia* spp.

Este tratamiento es trabajoso y su realización consume tiempo, por lo que Smith *et al.* (2003) consideran que es práctico para tratar cantidades pequeñas de semillas o con propósitos de investigación.

Antes de formular conclusiones precisas de este experimento, se pudo apreciar que las informaciones procedentes de la literatura nacional e internacional son profusas en cuanto a las técnicas para romper la dormancia y su influencia en la germinación, lo que no es así para la emergencia en los árboles tropicales.

Además, los resultados fueron muy variables y pueden estar relacionados con el estado biológico particular en el cual se encuentran las semillas en el momento de aplicar el tratamiento presiembra. Se intentó hacer comparaciones puntuales, lo que en ocasiones resultó complejo; de ahí que la estrategia para explicarlos pueda ser una valoración en sentido global.

De acuerdo con estas últimas consideraciones, al relacionar la germinación con la emergencia se pudo constatar a través del análisis de los resultados de Navarro *et al.* (2010) y los del presente experimento que, de manera general, cuando se aplicó la escarificación húmeda en un 29% de los casos una mayor germinación se correspondió con una mayor emergencia; mientras que esto ocurrió en el 36% de los casos en la escarificación seca. Ambos valores no son muy altos, lo que puede atribuirse a varios factores. Por ejemplo, cuando las semillas son tratadas por lotes, principalmente en los métodos con ácido o agua caliente, no se puede hacer ninguna consideración respecto a la variación individual entre ellas. Además, el grado de manipulación al que fueron sometidas las simientes en todos los tratamientos presiembra puede considerarse fuente de sesgo. Otro elemento de influencia en algunas imprecisiones pudiera ser el tamaño de muestra, aunque en todos los casos se siguieron las orientaciones internacionales recomendadas por AOSA (1992) y ISTA (1999).

Al analizar la emergencia de las plántulas de albizia después de la aplicación de diferentes tratamientos enfocados a la ruptura de dormancia, se concluye que el corte de cubierta es un método apropiado para estas semillas, sin dejar de mencionar que el remojo también constituye otra alternativa para la escarificación. Al mismo tiempo se considera oportuno evaluar otras

combinaciones para la concentración del H₂SO₄ y la duración de la exposición de las semillas a este, así como para la temperatura del agua y el tiempo de inmersión. Debido a que el corte de cubierta es un método trabajoso y delicado y en el esfuerzo de optimizar el proceso, se plantea que otras técnicas deben ser investigadas, incluyendo innovaciones tecnológicas.

Referencias bibliográficas

- AOSA. 1992. Rules for testing seeds. *Journal of Seed Technology*. 6:1
- Baskin, C.C. & Baskin, J.M. 2001. Seeds: ecology, biogeography of dormancy and germination. Academic Press. San Diego, USA
- Baskin, J.M. & Baskin, C.C. 2004. A classification system for seed dormancy. *Seed Sci. Res.* 14:1
- Besnier, F. 1965. Semillas: biología y tecnología. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 394 p.
- CATIE. 2000. Técnicas para la germinación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico No. 39. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica. 54 p.
- Foley, M.E. 2001. Seed dormancy: An update on terminology, physiological genetics, and quantitative trait loci regulating germinability. *Weed Science* 49:305
- Forcella, K. *et al.* 2000. Modeling seedling emergence. *Field Crops Research*. 67:123
- ISTA. 1999. International rules for seed testing. *Seed Sci. Technol.* 27, Supplement.
- Msanga, H.P. 1998. Seed germination of indigenous trees in Tanzania. Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre. Edmonton, Canada. 292 p.
- Navarro, Marlen *et al.* 2010. Efecto de la escarificación húmeda y seca en la capacidad germinativa de las semillas de *Albizia lebbek* (L.) Benth. *Pastos y Forrajes*. 33 (2):187
- Navarro, Marlen & Lezcano, J. C. 2007. Efecto del método de secado en la longevidad y calidad de las semillas de *Bauhinia purpurea*. I. Almacenamiento en condiciones ambientales. *Pastos y Forrajes*. 30 (4):437
- Nikolaeva, M. G. 1977. Factors controlling the seed dormancy pattern. In: The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination (A.A. Khan, Ed.). North-Holland, Amsterdam. p. 54
- Pacheco, M.V. *et al.* 2006. Efeito de temperaturas e substratos na germinação de sementes de *Myracrodruon urundeuva* Fr. All. (Anacardiaceae) *Revista Árvore*. 30 (3):359
- Poulsen, K. & Stubsgaard, F. 2000. Tres métodos de escarificación mecánica de semillas de testa dura. En: Técnicas para la escarificación de semillas forestales. Serie Técnica. Manual Técnico N° 36. CATIE-PROSEFOR-DFSC. Turrialba, Costa Rica
- Rienzo, J.A. *et al.* 2001. InfoStat versión 1. Software estadístico. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad Nacional de Córdoba, Argentina
- Sanabria, D. *et al.* 2004. Germinación de semillas de las leguminosas arbustivas forrajeras *Cratylia argentea* y *Cassia moschata* sometidas a inmersión en ácido sulfúrico. *Bioagro*. 16 (3):225
- Schmidt, L. 2000. Handling of tropical and subtropical forest tree seed. DFSC. Hummleback, Denmark. 511 p.
- Skerman, P.J. *et al.* 1991. Leguminosas forrajeras tropicales. FAO, Roma. 707 p.
- Smith, M. *et al.* 2003. Dormancy and germination. In: Tropical tree seed manual. USDA Forest Service's/Reforestation Nurseries & Genetics Resources. p. 149
- Swofford, T.F. 1965. Official correspondence to of sandalwood in Hawaii. In: Proceedings of the symposium on sandalwood in the Pacific; 1990 April 9-11; Honolulu. In: Tropical trees: variation, breeding, and conservation. (J. Burley and B.T. Styles, Eds.). Academic Press. London, UK. p. 61

- Teketay D. 1996. Germination ecology of twelve indigenous and eight exotic multipurpose leguminous species from Ethiopia. *Forest Ecology Management*. 80:209
- Tigabu, M. & Oden, P.C. 2001. Effect of scarification, gibberellic acid and temperature on seed germination of two multipurpose Albizia species from Ethiopia. *Seed Sci. Technol.* 29 (1):11
- van Klinken, R.D. *et al.* 2006. Wet-season dormancy release in seed banks of a tropical leguminous shrub is determined by wet heat. *Annals of Botany*. 98:875
- van Klinken, R.D. & Flack, L. 2005. The relationship between wet heat and hard-seeded dormancy and germination. *Weed Science*. 53:663
- Wolf, H. & Kamondo, B. 1993. Seed pre-sowing treatment. In: Tree seed handbook of Kenya. (Albrecht, J., Ed.) Kenya Forestry Research Institute/Gesellschaft für Technische Zusammenarbeir. Nairobi, Kenya. p. 55

Recibido el 3 de noviembre del 2009

Aceptado el 7 de enero del 2010

Effect of moist and dry scarification on the emergence of *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. seedlings

Abstract

The application of different scarification methods to favor seedling emergence from *A. lebbbeck* seeds stored under ambient conditions was evaluated, for which a completely randomized design was used with 4 x 13 and 3 x 13 factorial arrangement for moist and dry scarification, respectively. Significant interaction was found among the factors for moist scarification ($P < 0,001$). The best values for the acid, hot water and soaking were found at 4 mos; they were lower than the control and among them only water and soaking and water and control were statistically different. The contrast between the values at 6 mos for the acid (6,3%) and the control (40,1%) stands out; in this last evaluation the highest emergence for moist scarification was achieved. In dry scarification, the highest percentage was obtained in the treatment based on the coat cut and 3 mos (71,0%), and differed statistically from the rest. In the cutting method all the emergence records were higher than the control. For the cut and puncture, statistical differences were detected only between 2 and 3 mos; in both the prevailing value was that of the cutting method. The emergence results allow to evaluate the coat cut as an appropriate method for *A. lebbbeck* seeds, without obviating that soaking also constitutes an alternative for scarification.

Key words: *Albizia lebbbeck*, emergence, scarification, storage

Introduction

Due to the interest arisen by the search of new alternatives for tropical animal production and multiple use species that can be included in these productive systems, a group of Cuban scientists have focused their efforts on the study of the forage tree germplasm available in the country.

Knowing the conditions that favor germination is useful for planting purposes. The fast germination and homogeneous development of seedlings reduce the labors in the nursery, because a more uniform population in the field, where they are exposed to adverse environmental conditions, is favored (Pacheco *et al.*, 2006).

On the other hand, seedling emergence is the phenological event with higher influence on the success of a plantation; it represents the moment in which a seedling becomes independent from the non renewable seed reserves, originally produced by its parents, and when photosynthetic autotrophism begins, the emergence time often determines whether a plant competes successfully with its neighbors, it is consumed by herbivores, infested by diseases, flowers, is reproduced and matures at the end of its growing stage (Forcella *et al.*, 2000). However, some phenomena of nature, such as dormancy, can define its manifestation.

In a previous trial the germination capacity of seeds from *Albizia lebbbeck* (L.) Benth. after the application of different pre-planting methods was evaluated (Navarro *et al.*, 2010). Nevertheless, the performance of seedling emergence, as above-mentioned, is essential for the success of plantation and subsequent growth in the field.

For such reason, the objective of this work was to evaluate the application of different scarification methods to favor seedling emergence when using newly-harvested *A. lebbbeck* seeds stored under ambient conditions.

Materials and Methods

Experimental design and treatments. For the study a completely randomized design was used, with 4 x 13 factorial arrangement in the case of moist scarification and 3 x 13 in dry scarification, in which the factors were determined by the pre-planting methods and storage times.

With monthly intervals, at the planting moment the scarification methods related in table 1 were applied. The evaluation frequency was: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11 and 12 months of storage (mos), in each of the three consecutive years, for which seeds from the same parent plantation were collected.

For the emergence determinations 400 seeds were used in each evaluation, distributed in four repetitions (ISTA, 1999). Daily counts were performed for 21 days and saturation irrigation was applied.

The seedling was considered emerged when the cotyledons were observed out of the seed coat on the substratum surface due to the enlarging and erection of the hypocotyl (Besnier, 1965).

Statistical processing of results. A variance analysis was performed according to simple classification model, in 4 x 13 factorial arrangement for moist scarification and 3 x 13 for dry scarification. The data were transformed according to $\text{Arcsin } \sqrt{(\%+0,375)}$; the multiple comparison test of Duncan (1955) was used and the differences were declared significant at values of $p < 0,05$. The statistical processing was carried out by means of the program InfoStat version 1.0 (Rienzo *et al.*, 2001).

Results and Discussion

Table 2 shows the emergence percentage of *A. lebbbeck* seedlings at different storage times. Significant interaction was found among the studied factors ($P < 0,001$).

The highest value (40,1%) corresponded to the evaluation conducted at 6 mos in the control; yet it did not differ statistically from the percentages recorded at 2, 3 and 4 mos when no methods aiming at dormancy breaking were applied; no differences were observed either when the seeds with 4 mos remained for 15 minutes in H_2SO_4 at 96% of concentration, as well as in those that at 3 and 4 mos were kept 24 hours in water at ambient temperature before planting.

Only the evaluations at 0, 4, 8 and 11 mos treated with acid did not show statistical differences with regards to the control; the rest differed ($P < 0,001$) positively or negatively. The seeds planted at 9, 10 and 12 mos, previously immersed for 15 minutes in sulfuric acid at 96%, showed higher values for seedling emergence than the ones that did not receive any scarification method, which could be explained by an earlier germination.

It must be mentioned that the differences among the values at 0 and 8 mos, for this method and the control, were favorable for the latter and in most cases with statistical differences (table 2). On the other hand, the highest emergence of seedlings which seeds were treated with acid was observed at 4 mos (33,2%), without showing differences with the seeds evaluated in that same storage time in the control, but it did show differences from the rest of the evaluations in the method of the sulfuric acid.

Another aspect of interest (table 2) is the contrast between the emergence at 6 mos for the acid (6,3%) and the control (40,1%); in this last evaluation the seeds which did not receive treatments before planting achieved the highest emergence percentage, which seems to indicate that at 6 mos the natural conditions in which dormancy is attenuated or canceled and emergence is facilitated were present to a good extent (Baskin and Baskin, 2001; Foley, 2001). According to the report made by Teketay (1996) the acid method is not applicable to seeds that easily become permeable, because it penetrates and damages the embryo.

In general, it can be also thought that the exposure of *A. lebbeck* seeds (from 0 to 8 mos) to H₂SO₄ for 15 minutes was excessive for emergence in the evaluations between 0 and 8 mos, as occurred for germination (Navarro *et al.*, 2010), because it is known that the duration of this pretreatment should aim at reaching a balance in which the seed coat is broken enough to allow imbibition, but without the acid damaging the embryo (Teketay, 1996). On the other hand, Skerman *et al.*, (1991) state that the seeds treated with H₂SO₄ can suffer integument damage or that it might not be impermeable enough to prevent the acid from penetrating and damaging the embryo, for which emergence is remarkably affected.

According to the report by Swofford (1965), for acid scarification to be appropriate and less aggressive the moisture content of the seeds must be below 10%, because higher values cause the action of the sulfuric acid to be more violent, causing seed damage. This trial was conducted with seeds stored under ambient conditions, where it is possible to control moisture below 10% (Navarro and Lezcano, 2007).

The above-mentioned results for emergence can not be separated from the effect of acid (or any other pretreatment) on seed germination. It is known that in the dynamics of seedling emergence, in tropical zones, the strong interactions between microclimate and dormancy breakup have important implications (van Klinken *et al.*, 2006), which makes the results very variable with regards to the records in literature. However, this can be speculative.

On the other hand, the performance of seedling emergence in the hot water method was statistically similar to the control for the evaluated seeds at 0, 8, 9, 10 and 12 mos. None of the evaluations which differed from the control showed percentages of the studied variable higher than this one (table 2). As in the acid method, the hot water showed the highest emergence value at 4 mos; nevertheless, this differed from the one found in the control with the same storage time, but not from the one reported in the acid.

Hot water is reported by a large number of authors as a fast, cheap and simple method to cause dormancy breakup in many tropical species, as well as to favor germination and emergence. It is necessary to emphasize that these reports derive from studies of seed germination; while in this trial the performance of seedling emergence in the nursery was evaluated, for which it could be said that the exposure of *A. lebbeck* seeds for three minutes to water at 80° C as pre-planting treatment, looking for benefits in seedling emergence, does not provide advantages.

It is possible that heat penetration, besides causing failures in the structures that form the integument, affects the embryonary structures. In this case high temperature can accelerate the metabolism, which passes violently from a status of relative general quiescence to an intense activation (van Klinken and Flack, 2005).

Other results of this experiment show the performance of the seeds that were soaked during 24 hours in water at ambient temperature, which was very different from the one observed in the acid and hot water methods, because for soaking only the evaluations at 5 and 6 mos were statistically different from the control. The former showed a higher percentage of seedling emergence (26,4 vs 17,8%) than the control, that is, the embryo was not affected due to such percentage in the soaking method.

The highest value in the soaking pre-planting method was obtained at 4 mos (36,1%), although it must be stressed that it did not differ statistically from 33,8% reported at 3 mos and which in turn was lower than the one reported for the control at 4 mos (36,7%); this last evaluation did not show significant differences with 6 mos (40,1%), considered the highest percentage in the control and in turn in the whole grouping of moist scarification.

Another aspect of particular interest was that at 6 mos the untreated seeds produced the highest seedling quantity; this could be related to the environmental conditions under which this evaluation

was conducted, assumption that is widely supported in the literature about the topic, from such classics as Nikolaeva (1977) to the most recent studies by Baskin and Baskin (2004). Yet, this was not measured in the experiment and can be interpretative. An important element is that this result, like others regarding emergence, indicates that when the germination is higher and faster there is, in general, a higher emergence percentage.

Sometimes soaking in water at ambient temperature increases the germination rate (CATIE, 2000). Seemingly, the effect is simply faster imbibition from the water that surrounds the seeds when they are in bags, with frequent irrigation, as compared to the one that can be achieved in a Petri dish with moist sand (standard germination test).

Schmidt stated that soaking in water at ambient temperature is often enough to allow the permeability of the seed coat; while the effect of this treatment on hard seeds varies with the species, which indicates that in some species the seeds become gradually permeable and in others there is little effect of continuous soaking.

The best values for acid, hot water and soaking (33,2; 26,9 and 36,1%, respectively) were observed at 4 mos. For the three methods the percentage values were lower than the control for emergency and among themselves only water and soaking and water and the control were statistically different (table 2).

Regarding dry scarification, when performing a cut on the seed coat before planting at 3 mos, the highest seedling emergence percentage was obtained (71,0%), value that differed statistically from the rest of the evaluations performed for the puncture, the control and even this same method (table 3).

Only the seeds planted at 2, 3, 11 and 12 mos, previous implementation of the cut on the side opposite the embryo, showed statistical differences ($P < 0,001$) with regards to the evaluations in the control. In all these cases the emergence records in the cut method were higher than those of the seeds that did not receive pretreatment, as occurred in *Albizia grandibracteata* (Tigabu and Oden, 2001).

The above-mentioned results could have been associated to the fact that this method allows all the seeds to become permeable, because when manually manipulated, the cut is made according to the coat thickness and the damage risk is lower, as manipulation near the root region is avoided (Poulsen and Stubsgard, 2000).

On the other hand, it could be thought that the success of the seed coat cut is related to the property of legume trees of having cells that extract water in the palisade layer (Schmidt, 2000) and, thus, after the cut the softening process advances from the initial site of the imbibition to the whole seed coat in a few hours, once it is placed in a moist substratum.

When relating the seedling emergence percentages in the cut and the puncture, statistical differences were found only between the values of 2 and 3 mos; in both the prevailing value was that of the seed coat cut method (table 3) and it indicates that both treatments were similar regarding the effect they produce, which has been previously stated.

As in the cut treatment, the highest emergence percentage when a puncture was made in the dorsiventral region of the seeds was observed at 3 mos (52,7%), which differed ($P < 0,001$) from the rest of the values of dry scarification, except the cut at 6 mos. Precisely the seedling emergence in the evaluation that related the 3 mos and the seed puncture, was the only one in this method that showed significant and favorable differences with regards to the control.

The variations between the results of the seeds which were punctured before planting and those that did not receive any treatment were slight (table 3); for such reason it could be said that the treatment is another convenient alternative to increase the emergence of *A. lebeck* seedlings.

Wolf and Kamondo (1993) and Msanga (1998) considered the puncture effective to break the dormancy of *Acacia tortilis*, *Acacia seyal*, *Albizia gummifera*, *Brachystegia spiciformis*, *Delonix elata*, *Faidherbia albida*, *Leucaena leucocephala*, *Maesopsis eminii* and *Terminalia* spp.

This work is laborious and its performance is time-consuming, for which Smith *et al.* (2003) consider that it is practical to treat small seed amounts or to do it for research purposes.

Before formulating accurate conclusions of this trial, it could be observed that the information from national and international literature is profuse regarding the techniques to break dormancy and their influence on germination, unlike the one related to emergence in tropical trees.

In addition, the results were very variable and can be related to the particular biological state of the seeds at the moment of applying the pre-planting treatment. Punctual comparisons were attempted to be made, which turned out to be complex sometimes; hence the fact that the strategy to explain them could be a global appraisal.

According to these last considerations, when relating germination to emergence it could be observed through the analysis of the results obtained by Navarro *et al.* (2010) and the ones from this experiment that, in general, when moist scarification was applied in 29% of the cases a higher germination was in correspondence with higher emergence; while this happened in 36% of the cases with dry scarification. Both values are not very high, which can be ascribed to several factors. For example, when the seeds are treated by lots, mainly in the methods with acid or hot water, no consideration can be made regarding the individual variation among them. In addition, the manipulation degree to which the seeds were subject in all the pre-planting treatments can be considered a bias source. Another element of influence on some imprecisions could be the sample size, although in all cases the international rules proposed by ISTA (1999) and AOSA (1992) were followed.

When analyzing the emergence of *A. lebbeck* seedlings after the application of different treatments focused on breaking dormancy, the seed coat cut is concluded to be an appropriate method for these seeds, without forgetting that soaking also constitutes an alternative for scarification. At the same time it is considered timely to evaluate other combinations for the H₂SO₄ concentration and the duration of the seed exposure to it, as well as for water temperature and immersion time. As the seed coat cut is a laborious and delicate method, and in an effort to optimize the process, it is said that other techniques should be studied, including technological innovations.