

## **Respuesta de *Lysiloma sabicu* Benth a diferentes tratamientos pre germinativos y comportamiento de las plántulas en vivero**

### **Reply of *lysiloma sabicu* benth to different pre germ treatments and behavior of seedlings in nurseries**

Autores: Belkis Domínguez de la Cruz\*, Dahasrat Narain<sup>1</sup>, Luis Alexis Cárdenas Domínguez, Lenia Robledo Ortega<sup>1</sup>, Amalia Enríquez Rodríguez.

\*Universidad de Matanzas “Camilo Cienfuegos”, Autopista a Varadero Km 3<sup>1</sup>/<sub>2</sub>, Matanzas, Cuba

#### **RESUMEN**

En este trabajo se evaluó la respuesta de *Lysiloma sabicu*, a diferentes tratamientos pregerminativos y comportamiento de las plántulas en vivero, para su inclusión en los planes de reforestación de la Empresa Forestal Integral “Matanzas”. Los resultados de este trabajo permitieron aportar 593 plántulas de *la especie*, que fueron utilizadas en la reforestación, en el área comprendida entre el Restaurante El Marino y la carretera de Gelpi.

Las semillas colectadas muestran un comportamiento similar en cuanto a germinación y calidad de la planta producida, en relación con otros autores, para la especie. El tratamiento pregerminativo que mostró mejores resultados para semillas de la especie *Lysiloma sabicu* fue inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 15 segundos. Todos los parámetros de calidad de la planta mostraron resultados similares, excepto la altura y el largo de la raíz principal que fueron superiores para las semillas tratadas con escarificación química. Las plantas obtenidas, a partir de las semillas sometidas a los dos tratamientos pregerminativos realizados, muestran índices de calidad que garantizan su supervivencia al ser llevadas a campo.

**PALABRAS CLAVE:** *Lysiloma sabicu*, Empresa Forestal Integral “Matanzas”, Vivero, Escarificación química.

## **ABSTRACT**

In this work of the species *Lysiloma sabicu*, studies were carried out about germination and its behavior in nursery, for the inclusion of the species in the plans of reforestation of the Empresa Forestal Integral “Matanzas.” The results of this work allowed contributing 593 plants of *Lysiloma sabicu* that were used in the reforestation with in the area of Restaurant of Marino and the highway of Gelpi.

The collected seeds show a similar behavior as for germination and quality from the produced seedling referred by other authors of this species for which the seed source can be used for future productions, the pregerm treatment that showed better results for seeds of the species *Lysiloma sabicu* was immersion in concentrated sulfuric acid for 15 seconds. All the other parameters of quality of the seedlings showed similar results except in the height and the length of the main root that were higher for the seedlings obtained by chemical scarification. The obtained seedlings that were subjected to the two pregerm treatments realized show indexes of quality that will guarantee their survival when being taken to plantation.

**KEY WORDS:** *Lysiloma sabicu*, Empresa Forestal Integral “Matanzas”,Nursery, Chemical scarification.

## **INTRODUCCIÓN**

El archipiélago cubano es diferente a hace 500 años. En este tiempo se ha reducido la superficie boscosa, con la consiguiente modificación y destrucción de hábitats, de aquí que la pérdida de diversidad biológica se considera como uno de los cinco principales problemas ambientales del país (Berazaín *et al*, 2005).

Durante un largo período de tiempo el desarrollo económico del país se sustentó fundamentalmente en la agricultura extensiva, con un uso y manejo inadecuado de los suelos y una intensa destrucción de las áreas boscosas.

En los últimos años, principalmente después de la implementación de la Ley 85, Ley Forestal y del surgimiento del Servicio Estatal Forestal, incrementaron de manera

notable las acciones de reforestación, trayendo como resultado que Cuba cuente con una superficie boscosa superior al 25 por ciento y esté incluida entre los países del mundo con crecimiento forestal.

Un número importante de especies nativas o autóctonas quedan fuera de estas acciones, en muchos casos resultan desconocidas por los productores y, en otros, no se tiene conocimiento de su ecología y forma de propagación, así como de sus usos. Su fomento queda relegado solo a Jardines Botánicos e instituciones encargadas de la conservación.

Se impone continuar las acciones de reforestación con una selección correcta de las especies a utilizar y que satisfagan las necesidades económicas, pero sin descuidar principios ecológicos como la conservación de la biodiversidad.

Se hace necesario conocer el comportamiento reproductivo de las especies para lograr una propagación eficiente.

### **Objetivo:**

Evaluar el comportamiento de tratamientos pregerminativo y de las plantas *Lysiloma sabicu* Benth en vivero .

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

### **Caracterización del sitio experimental.**

El presente estudio se realizó en el vivero de la Unidad Empresarial de Base "Matanzas", perteneciente a la Empresa Forestal Integral (EFI) Matanzas, el cual posee un área total de 0,5 ha, con una altura de 20 m sobre el nivel del mar y vientos dominantes del Noroeste.

### **Ubicación geográfica.**

El vivero está ubicado en el kilómetro 113 de la Carretera Central, en el barrio conocido como Vivero, Guanábana, Matanzas, entre los 23°00' y los 19°14' de latitud norte y los 81°, 30' y los 42°54' longitud oeste.

### **Características del sustrato utilizado en el experimento**

El sustrato consistió en una mezcla de suelo ferralítico rojo y materia orgánica a razón de 80 y 20% respectivamente, con suelo procedente de la localidad Niña Bonita, Guanábana; la materia orgánica utilizada fue estiércol vacuno procedente de las diferentes vaquerías de La Empresa Genética Matanzas, a partir de las experiencias de los especialistas del vivero de la UEB silvícola Matanzas.

### **Atenciones culturales**

Durante el experimento el riego se realizó en dos fases, coincidiendo con lo planteado por Peñuelas y Ocaña (2000), antes de la germinación y después de la germinación ya que las necesidades son diferentes en cada etapa. En la primera fase se regó dos veces al día, en las horas tempranas antes de las 8.00 am y en las horas de la tarde, después de la 4.00 pm y, en la segunda fase, se regó solo en la mañana.

### **Origen del material de reproducción**

Las semillas utilizadas fueron colectadas por los autores en el Jardín Botánico de Matanzas, el 6 enero del 2012, de un ejemplar de *Lysiloma sabicu* que reúne las características fenotípicas descritas por Sotolongo *et al.* (2010), para un árbol productor de semillas.

El procesamiento de los frutos se realizó de forma manual según la metodología planteada por Betancourt (1987). Las semillas se almacenaron en nylon de polietileno negro durante 15 días.

### **Material de cubierta.**

Se utilizó material de cubierta para eliminar el efecto de compactación superficial del suelo. El material empleado fue serrín de *Pinus caribaea* Morelet.

### **Descripción del experimento.**

Para el montaje del experimento se utilizó envases de polietileno negro de 12 X 18 cm con una capacidad de 0.90 cm<sup>3</sup>, ubicados en un cantero de 1m de ancho por 18 m de largo, se colocaron 4 semillas por bolsa y 250 bolsas para cada tratamiento.

**Duración del experimento:** 120 días, tomando como referencia los criterios de Montalvo *et al.* (2005) sobre el tiempo de permanencia de la especie en vivero.

**Fecha de siembra:** 27 de enero de 2012

**Método de siembra:** La siembra se realizó manualmente

**Tratamientos pregerminativos:**

- Escarificación química. Para la escarificación con ácido sulfúrico se adoptó la metodología descrita por Sánchez *et al.* (2010), se sumergieron 1000 semillas en ácido sulfúrico concentrado y se mantuvieron así durante 15 segundos. Para este tratamiento se utilizó un vaso de precipitados de 250 ml en el que se colocó una cantidad de ácido equivalente al doble del volumen de las semillas. Durante los 15 segundos que duró la inmersión, fue necesario agitar la mezcla con el fin de que el ácido actuara uniformemente en todas las semillas. Al final de los 15 segundos, se escurrió el ácido y las semillas se lavaron en una corriente de agua durante un periodo de 10 minutos, con el fin de remover todo el ácido.
- Escarificación térmica. Se siguió la técnica utilizada por Sánchez *et al.* (2010), sumergir 1000 semillas en agua en punto de ebullición (100 °C) durante 30 segundos. Transcurrido este tiempo se escurrieron las semillas y se enjuagaron en agua, a temperatura ambiente.

**Parámetros evaluados**

Se evaluaron los siguientes parámetros para ambos tratamientos, y se tomaron las experiencias de Sotolongo *et al.* (2010):

1. Velocidad de la germinación
2. Comportamiento de la germinación  
Se consideró semilla germinada a aquellas en las que emergió la plúmula, teniendo en cuenta criterios de Betancourt (1987). Después de 21 días, sin emerger nuevas plántulas, se consideró terminada la germinación.
3. Semillas germinadas con plántulas normales y anormales.  
Se evaluó este indicador, considerando los criterios de Don (2003).
4. Supervivencia de las plántulas después del repique.

Se determinó con la siguiente fórmula:

$$\%Supervivencia = \frac{Plantas\ vivas}{Plantas\ transplantadas} \times 100$$

#### 5. Tiempo de permanencia en vivero.

A los 90 días se midieron 25 plántulas escogidas de forma aleatoria dentro de la población total en cada tratamiento para determinar el tiempo transcurrido, desde la siembra hasta que las plantas alcanzaron la talla de 25 cm, altura requerida para la plantación en campo, según Montalvo *et al.* (2005).

### **Calidad de las plantas en vivero**

Para evaluar la calidad de las plantas en vivero, se midieron los parámetros morfológicos necesarios para determinar los índices morfológicos que caracterizan a las plantas en el momento en que cumplen con los requerimientos establecidos para la plantación, tomando la metodología planteada por Sotolongo *et al.* (2010).

### **Parámetros morfológicos**

Altura de las plantas (H/cm), se empleó una regla graduada de 30cm.

Diámetro en el cuello de la raíz (DCR/mm), se utilizó un pie de rey.

Se retiró el sustrato y se limpió el sistema radical evitando desprender las raíces finas.

En este estado se efectuó el conteo de las raíces primarias y secundarias y las mediciones del largo de la raíz principal (l) en cm, con una regla graduada de 30cm.

Tras separar la parte aérea de la parte radical por el cuello de la raíz, se procedió al pesaje, se secaron en una estufa modelo DHG- 9146 A con temperatura 70°C durante 48 horas hasta el peso constante, que se determinó en una balanza de precisión electrónica BS 124 Sartorius.

### **Índices morfológicos**

- 1 - Relación parte aérea – parte radical en peso (PSA/PSR).
- 2 - Esbeltez o relación altura diámetro (h/d).
- 3 - Balance hídrico de la planta (BAP).

$$\text{BAP} = \text{PSA} / (\text{Diámetro} \times \text{PSR})$$

Dónde:

BAP: balance hídrico de la planta.

PSA: peso seco aéreo, g.

Diámetro: diámetro en el cuello de la raíz, mm.

PSR: peso seco radical, g.

4 - Índice de calidad de Dickson (QI).

$$\text{QI} = \text{PT} / \{(\text{Long}/\text{Diámetro}) + (\text{PSA}/\text{PSR})\}$$

Dónde:

PT: peso seco total, g.

Long: altura de la planta en cm.

Diámetro: diámetro del cuello de la raíz, cm.

PSA: peso seco aéreo, g.

PSR: peso seco radical, g.

Los datos de altura y grosor del tallo fueron tomados en el vivero y las demás mediciones se realizaron en el laboratorio de Botánica de la universidad de Matanzas.

### **Procesamiento estadístico**

Para el procesamiento de los datos se utilizó el Software Statgraph Plus Versión 5.1 sobre WINDOW, aplicando el modelo de análisis de varianza simple para comprobar diferencias entre los tratamientos y la Prueba de Rangos Múltiples de Duncan al 95 % para determinar la mejor respuesta. También se utilizó el paquete de Microsoft Office Excel 2010 para confeccionar los gráficos.

## **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **Velocidad de la germinación**

La germinación se inició a los 5 días en las semillas sometidas a la escarificación química y a los 10 días para las semillas tratadas con escarificación térmica (Figura 1).

**Figura 1. Comportamiento de la germinación de semillas de *Lysiloma sabicu* Benth sometidas a diferentes tratamientos pre-germinativos**

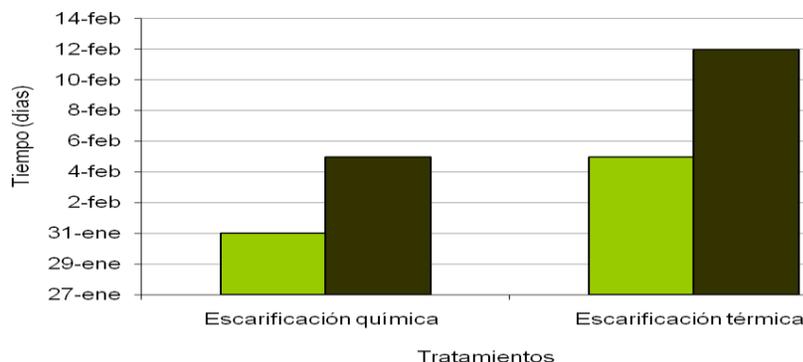


Figure 1. Behavior of germination of the *Lysiloma sabicu* Benth seeds subjected to different pre-germinations treatments.

Los resultados obtenidos con las semillas escarificadas químicamente coinciden con lo planteado por Castillo (2010), que expresa que la germinación de *Lysiloma sabicu* Benth, al aplicar tratamientos pregerminativos, específicamente el ácido sulfúrico, aumenta el porcentaje de germinación de la semilla y disminuye el tiempo en el que ocurre este proceso en condiciones de vivero. Además, Hartmann (2003), plantea que, al aplicar tratamientos con ácido sulfúrico, se acelera el comienzo de la germinación, que en este caso comienza a ocurrir a los 5 días, completando el proceso en los siguientes 5 días.

### Comportamiento de la germinación

El resultado del cálculo de los porcentajes de germinación para cada tratamiento aparece en la figura 3.

**Figura 2. Porcentaje de germinación en semillas de *Lysiloma sabicu* Benth sometidos a diferentes tratamientos pregerminativos.**

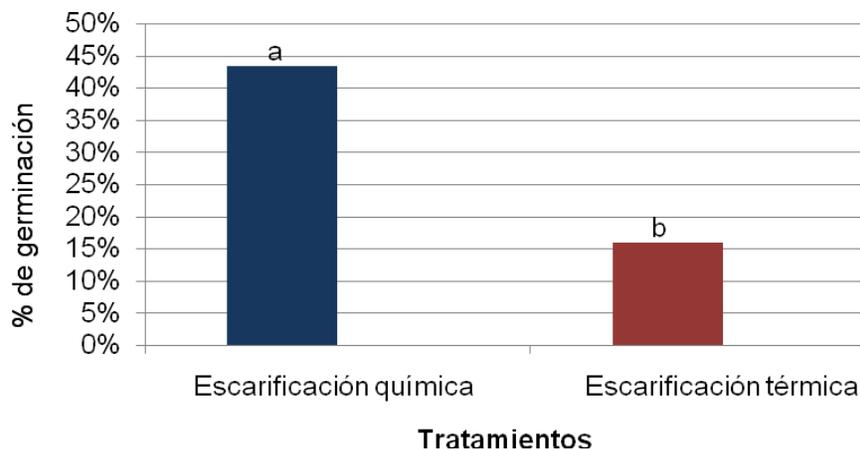


Figure 2. Percent of germination in *Lysiloma sabicu* Benth seeds under different pre-germinative treatments.

Las diferencias del comportamiento de la germinación entre los tratamientos son altamente significativas ( $P < 0.05$ ), las semillas sometidas a escarificación térmica mostraron un 16 % total de germinación, mientras que las semillas escarificadas químicamente respondieron con un 43.3 % de semillas germinadas.

Según Winer (2000), se observa un incremento de la germinación al aplicar tratamientos, sobre todo, con la aplicación del ácido sulfúrico en condiciones ambientales (vivero), dado que el ácido sulfúrico ablanda totalmente los tegumentos, resultando un aumento de la permeabilidad de las cubiertas seminales, lo que facilita la absorción de agua y la penetración de gases que son vitales para la germinación.

Por otra parte, el tratamiento con agua a 100°C, es inferior al obtenido por Weaver (2002) quien logró un 43% de germinación en iguales sustratos y tratamiento pre-germinativo. Tales resultados pudieran atribuirse a que el agua a 100°C fue incapaz de debilitar la cubierta seminal en 30 segundos, impidiendo la imbibición de agua y el intercambio de gases que desencadenan los procesos previos a la germinación

### Semillas germinadas con plántulas normales

Todas las plántulas desarrollaron sus órganos vegetativos esenciales para la vida, como sugieren los criterios de (Don, 2003).

### Supervivencia de las plántulas después del repique

La tasa de supervivencia para los dos tratamientos después del repique fue del 100 por ciento.

### Tiempo de permanencia en vivero

La figura 4 muestra el comportamiento del crecimiento en altura para las plántulas obtenidas a partir de ambos grupos de semillas.

Figura 3. Comportamiento de la altura para ambos tratamientos a los 90 días.

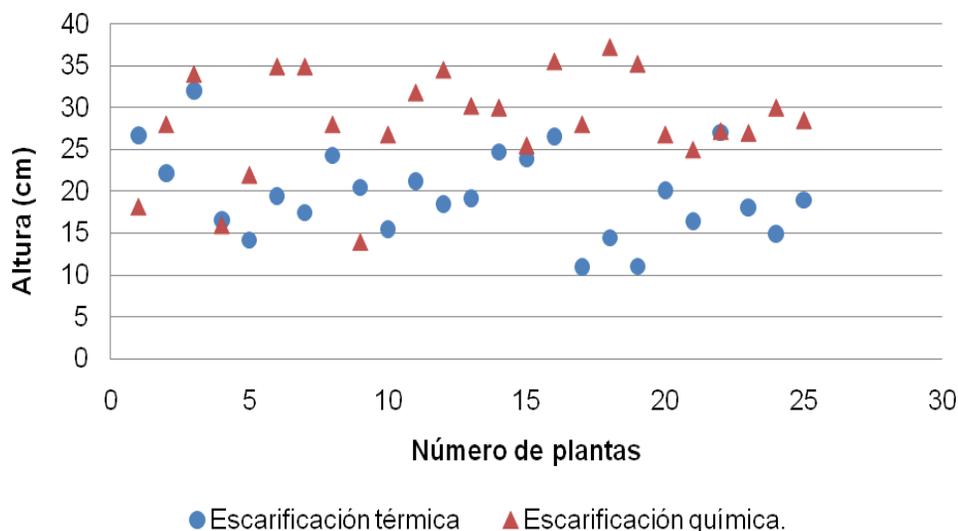


Figure 3. The height behavior for both treatments at 90 days.

Calidad de las plantas

### Comportamiento de los parámetros morfológicos a los 90 días de germinadas

En la tabla I. Se muestran los resultados estadísticos de la medición de los parámetros e índices morfológicos de las plantas de *Lysiloma sabicu* producidas en vivero. Se tomaron los valores medios.

**Tabla 1. Parámetros e índices morfológicos de las plantas de *Lysiloma sabicu* a los 90 días de germinadas.**

Trat.	H (cm)	D (cm)	LRP (cm)	CRP	CRS	DCR (cm)	PSA (g)	PSR (g)	PSA/ PSR	H/D	BAP (mm)	(QI)
1.	28.36 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	28.86 <sup>a</sup>	15.6 <sup>a</sup>	100.0 <sup>a</sup>	0.65 <sup>a</sup>	2.8 <sup>a</sup>	0.82 <sup>a</sup>	3.4 <sup>a</sup>	64.7 <sup>a</sup>	0.5 <sup>a</sup>	0.07 <sup>a</sup>
2.	19.85 <sup>b</sup>	0.38 <sup>a</sup>	22.83 <sup>b</sup>	14.0 <sup>a</sup>	94.6 <sup>a</sup>	0.59 <sup>a</sup>	1.5 <sup>a</sup>	0.85 <sup>a</sup>	1.7 <sup>a</sup>	51.4 <sup>b</sup>	0.2 <sup>a</sup>	0.06 <sup>a</sup>

Table I. Morphological parameters and indices of seedlings *Lysiloma sabicu* 90 day after germination

Variante 1: Plantas obtenidas de semillas tratadas con ácido sulfúrico.

Variante 2: Plantas obtenidas de semillas tratadas con agua hirviendo.

$P \leq 0.05$ , letras iguales indican semejanza y letras diferentes indican diferencia.

### **Altura (H)**

En la tabla 1 se muestran los resultados obtenidos a los noventa días de germinados ambos tratamientos donde la variante uno muestra un promedio de altura de 28,36 cm, mientras que la variante dos cuenta con 19.85 cm. Hubo diferencias estadísticamente significativas entre las plantas obtenidas a partir de las semillas germinadas con los diferentes tratamientos. Los mejores resultados correspondieron a la variante uno.

Las plantas de la variante uno presentaron mayor altura, en correspondencia con lo planteado por Rey-Benayas (2003). Se puede decir que disponen de más follaje (promedio de 12 hojas por planta) y, por tanto, presentan una capacidad fotosintética más elevada y mayores posibilidades de supervivencia al ser llevadas a campo.

### **Supervivencia de las plántulas después del repique**

Esto se debió a la fisiología de la especie y a las características de las plántulas en el momento del trasplante, con dos pares de hojas y un sistema radical bien desarrollados que les permitieron su adaptación. Huante y Rincón (2003), encontraron resultados semejantes en diferentes tratamientos, atribuyendo este comportamiento a la fisiología de la especie.

### **Tiempo de permanencia en vivero**

La mayor altura (37,2 cm) se presentó en las plántulas obtenidas de las semillas tratadas con ácido sulfúrico ya que, a los 90 días de su estancia en vivero, un 84 por

ciento de sus plantas contaba con la talla necesaria para ser llevadas a campo, y la menor (11 cm) correspondió al tratamiento con agua hirviendo, que en igual período de tiempo solo alcanzó un 12 por ciento de plántulas con 25 cm, como se muestra en la figura 5.

### **Largo de la raíz principal (LRP)**

Al analizar este indicador se observó diferencias significativas entre las variantes 1 y 2. La 1 presentó mayor valor (28,86 cm), correspondiéndole a la 2 el menor valor (22,83 cm). El comportamiento de este parámetro sugiere una mejor capacidad de absorción, transporte y fijación.

Benítez y Martínez (2003), expresan que el largo de la raíz principal es un indicador muy importante en la calidad de las posturas pues contribuye, notablemente, a la resistencia de las mismas, ante factores adversos, como los vientos y la transportación, además de aumentar la capacidad de exploración de las raíces.

### **Cantidad de raíces primarias y secundarias**

Como se observa en la tabla uno, las dos variantes presentan un buen desarrollo radical. Según Thompson (1985), el grado de desarrollo de las raíces es un indicador de su capacidad absorbente.

Sin embargo, la funcionalidad del sistema radical depende, no solo del tamaño adquirido, sino también del porcentaje de superficie no suberificada o absorbente respecto al total, siendo este porcentaje determinado por el número de raíces finas (fibrosidad), en las que se concentra la actividad de extracción de agua al ser más activas y permeables en relación con las gruesas, cuya función fundamental está relacionada con la conducción y el anclaje de la planta.

A juicio de Oliet (2003), las propiedades de este atributo, vista su estrecha relación con la capacidad absorbente de la planta, son más adecuadas para pronosticar la supervivencia en plantación, que los atributos de la parte aérea. De modo que, la obtención en vivero de sistemas radicales mejor desarrollados puede constituir una garantía de actividad de la planta, especialmente en zonas con condiciones adversas.

### **Diámetro del cuello de la raíz (DCR)**

Al analizar este parámetro, se pudo constatar que no existe una diferencia significativa entre los tratamientos estudiados en condiciones del vivero, donde se obtuvo un promedio de 0,65 cm para el tratamiento del ácido sulfúrico y 0,59 cm con el agua a 100°C.

Según Mattsson (1997) el diámetro se considera un predictor de la supervivencia y desarrollo. Además, da una aproximación de la sección transversal de transporte de agua, de la resistencia mecánica y de la capacidad relativa para tolerar altas temperaturas en la superficie del suelo. Investigaciones realizadas al respecto han demostrado que existe una fuerte correlación entre el porcentaje de supervivencia en plantación y este parámetro, Schmidt (1996).

### **Peso seco de la parte aérea (PSA)**

En este atributo, el mayor valor (2.8 g) lo presenta el tratamiento uno, y el menor valor (1.5 g), el tratamiento dos, no existiendo diferencia significativa entre ellos. Oliet (2003), expresa que este atributo es muy importante porque el peso seco proporciona información adicional de la calidad de la planta frente a la consideración aislada de los atributos morfológicos que lo integran.

### **Peso seco de la parte radical (PSR)**

Como se observa en la tabla I, no existe diferencia entre estos dos tratamientos. Coble (2003), demostró que la supervivencia en plantación, a los tres años, estuvo correlacionada con el peso del sistema radical, por lo que este autor considera a este atributo como un indicador fiable de la supervivencia especialmente en zonas de plantaciones difíciles.

### **Caracterización de los índices morfológicos de las plantas cultivadas por los diferentes tratamientos.**

#### **Relación peso seco aéreo/ peso seco radical (PSA/PSR)**

El mejor valor, en esta relación, lo alcanza el tratamiento dos, por presentar el menor valor. La gama de valores recomendados por diferentes autores es muy amplia;

depende de múltiples circunstancias; sin embargo, (Greene, 1978; Mullin *et al.*, 1982 y Hobbs, 1984); citado por Oliet (2003), aconsejan valores entre 1.5 y 2 para esta relación, ya que a menor valor de esta relación, más favorecida está la absorción de agua frente a las pérdidas, lo cual es una condición para las zonas secas, indicando esta una mayor capacidad para superar el momento crítico del arraigo. En este caso, el menor valor resultó ser 1.7, obtenido por el tratamiento con el agua, a temperatura de ebullición.

### **Índice de esbeltez (H/D)**

Se observa que el tratamiento uno presenta una mayor media (64.7). Thompson (1985), citado por Oliet (2003), expresa que la esbeltez permite una estimación de resistencia mecánica de las plantas durante la operación de plantación o frente a fuertes vientos especialmente en plantas cultivadas en contenedor.

Burdett (1990), citado por Oliet (2003), señala que se logra una mejora en la calidad de la planta a través de una disminución de la esbeltez, de modo tal, que la planta mejor preparada para resistir las condiciones adversas, hasta este momento, es del tratamiento dos, que es la de menor media. Los valores obtenidos, en todos los tratamientos, son muy superiores al obtenido por otros autores que trabajaron con otras especies de latifolias.

### **Balance de agua en la planta (BAP)**

El menor valor se obtuvo en la variante 2 con un valor de 0.2 mm, mientras que el mayor valor se logró en la variante 0.5 m. Según Sotolongo *et al.* (2010), este índice tiene un alto valor de predicción del potencial de evitación de la sequía en condiciones, donde la absorción de agua por las raíces está dominada por la demanda. Ha sido utilizada con éxitos en condiciones de sequía edáfica. Los valores menores son significativamente favorables. Por lo tanto, las plantas de la variante 2 son las que presentan una mejor calidad.

### **Índice de calidad de Dickson (QI)**

El mayor valor se obtuvo en la variante 1(0.07g), muy similar al de la variante 2(0,06g). En cuanto a este parámetro, no existen diferencias significativas entre las variantes. Lo deseable es que la planta alcance los valores máximos, lo cual implica que, por una

parte, el desarrollo total de la planta es grande y que, al mismo tiempo, las fracciones aérea y radical están equilibradas, Oliet (2003).

## CONCLUSIONES

- El tratamiento pregerminativo, que mostró mejores resultados para semillas de la especie *Lysiloma sabicú*, fue inmersión en ácido sulfúrico concentrado por 15 segundos.
- Todos los parámetros de calidad de la planta mostraron resultados similares, excepto la altura y el largo de la raíz principal, que fueron superiores para las plantas obtenidas de semillas tratadas con escarificación química.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENÍTEZ, M J., AND M. MARTÍNEZ-RAMOS. Impact of forest fragmentation on understory plant species richness in Amazonia. *Conservation Biol.* 2003, 17, 598-606.
- BERAZAÍN, R. et al. Lista roja de la flora vascular cubana. *Documentos del Jardín Botánico Atlántico Gijón*, 2005, 4, 1-86.
- BETANCOURT. B.A. *Silvicultura especial de árboles maderables tropicales*. Ciudad de La Habana: Ed. Científico-Técnica, 1987.
- CASTILLO, CG.; CARVAJAL, AJ. *Escarificación química y térmica de semillas*. México: Universidad de Yucatán, 2010.
- COBLE, HD. *Germination, growth, and development of spurred anoda*. *Weed Science*, 2003, 24, 574-578.
- DON, R. *ISTH Handbook on seedling evaluation*, 3<sup>a</sup> ed. Bassersdorf, Switzerland: ISTA, 2003.
- HARTMANN, T. et al. *Plant Propagation: Principles and Practices*. 5<sup>a</sup> ed. New Jersey. USA: Regents/Prentice Hall. Englewood Cliffs, 2003.
- HUANTE, P., RINCON, E. Responses to light changes in tropical deciduous woody seedlings with contrasting growth rates. *Ecologia*, 2003, 113, 53-66.
- MATTSSON, JL. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. *J. Trop. Ecol.* 1997, 11, 205-221.

- MONTALVO, M. et al. *Manual de viveros forestales*. Ciudad de la Habana. Cuba, 2005.
- OLIET, SJ. Estimation of root temperatures for forest species. *Journal of Experimental Botany*, 2003, 51, 275-286.
- PEÑUELAS, RJ. OCAÑA LB. *Cultivo de plantas en contenedores*. España: Edición Mundi- Prensa Ministerio de la Agricultura, Pesca y alimentación, 2000.
- REY-BENAYAS, J.M. *Importancia de la calidad de planta en los proyectos de vegetación*. Capítulo IV. España: Universidad de Alcalá / Asociación Española de Ecología Terrestre, 2003.
- SÁNCHEZ, M.A.; GÓMEZ TJ.; RODRÍGUEZ SB. *Seed analysis to get high quality plants*. México: Universidad de Yucatán, 2010.
- SCHMIDT, V. Annotated checklist of the vascular flora of the Chamela Bay Region, Jalisco, México. *Occasional Papers of the California Academy of Sciences*, 1996, 148, 1-60.
- SOTOLONGO SOSPEDRA, R.; GEADA LÓPEZ, G. Y COBAS LÓPEZ, M. *Fomento Forestal*. La Habana: Ed. Félix Varela, 2010.
- THOMPSON, LF. Phenology of canopy trees of a tropical deciduous forest in Mexico. *Biotropica*, 1985, 22(1), 270-274.
- WEAVER, JR. *Reguladores del Crecimiento de las Plantas en la Agricultura*. 2<sup>da</sup> reimpresión. México: Ed. Trillas S. A. 2002.
- WINER, N. Germination of pretreated seeds of Mesquite (*Prosopis chilensis*) under arid conditions in northern Sudan. En *Guide to Handling of Tropical and Subtropical Forest Seed*. Danida Forest Seed Centre. Editor Olesen K., 2000, p. 263-303.

**Aceptado:** 16/01/2015