

Propagación de la leguminosa multipropósito caña fistula (*Cassia fistula* L.) a través de semillas

Propagation of multipurpose legume golden shower (*Cassia fistula* L.) through seeds

M. Ramírez¹, L. Petit, M. Alvarado y J. Soto

¹Departamento de Botánica, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia. Apartado 15205. ZU4005.

Resumen

La caña fistula (*Cassia fistula*) es una especie multipropósito, ornamental y agroforestal. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de tratamientos pregerminativos en la emergencia de semillas de caña fistula y las características morfológicas de las plántulas. Se evaluaron nueve tratamientos pregerminativos: testigo (T0), remojo en agua a 26°C por 12 h (T1) y 24 h (T2), remojo en agua a 60°C por 12 h (T3) y 24 h (T4), remojo en vinagre de caña de azúcar (ácido acético al 5%) a 26°C por 5 min (T5) y 10 min (T6), y vinagre a 60°C por 5 min (T7) y 10 min (T8). Entre los tratamientos pregerminativos hubo diferencias solo en el porcentaje de emergencia (PE). Las plántulas tuvieron un desarrollo homogéneo y rápido. Se concluye que el remojo en vinagre a 26°C por 10 min (T8) fue el tratamiento más apropiado para incrementar la emergencia (PE: 77,6%).

Palabras clave: tratamientos pregerminativos, emergencia, plántulas.

Abstract

The golden shower (*Cassia fistula*) is multipurpose, ornamental and agroforestry specie. The objective of this research was to evaluate the effect of pregerminative treatments on the emergence of golden shower seeds and the morphological characteristic of the seedlings. Nine pregerminative treatments were evaluated: Control (T0), soaking in water at 26°C during 12 h (T1) and 24 h (T2), soaking in water at 60°C by 12 h (T3) and 24 h (T4), soaking in sugar cane vinegar (acetic acid at 5%) at 26°C by 5 min (T5) and 10 min (T6), and vinegar at

60°C by 5 min (T7) and 10 min (T8). There were differences among pregerminative treatments but only on the emergence percentage (EP). The seedlings showed homogeneous and fast growth. It is concluded that soaking in vinegar at 26°C by 10 min (T8) was the more appropriated treatment for increasing the emergency (EP: 77.6%).

Keys word: pregerminative treatments, emergence, seedlings.

Introducción

Los sistemas agroforestales y la silvicultura urbana incluyen árboles multipropósito, entre ellos la caña fistula (*Cassia fistula* L.) (Sandoval, 2002). Esta especie oriunda de regiones tropicales de Asia se ha naturalizado en muchos países tropicales. Presenta gran importancia ornamental por su continua floración y llamativas inflorescencias amarillas péndulas, y se adapta muy bien a climas cálidos y resiste la sequía. En las regiones cálidas de Venezuela se utiliza en jardines, parques y avenidas (Hoyos, 1992). Esta especie tiene alto potencial medicinal (astringentes, laxante, antibacterial) y gran interés biológico en el control de nematodos, como marcadora de niveles de polución en el aire, agente removedor de metales pesados y fuente de potasio (Davison, 2004).

Las leguminosas constituyen un recurso genético con alto potencial forrajero como alimentación alternativa de animales de bajo costo en sistemas sostenibles de zonas áridas y semiáridas del país. Presentan muchos beneficios como aporte de materia orgánica, sombra y madera, fijan nitrógeno al suelo y forman excelentes cercas vivas, cortinas rompe-vientos y divisiones de potreros. Una de estas especies promisorias es la caña fistula, cuyas hojas y frutos son seleccio-

Introduction

Agroforestry and urban forestry systems include multi-purpose trees, among these is golden shower (*Cassia fistula* L.) (Sandoval, 2002). This specie, typical of tropical regions of Asia, has also become common specie in many tropical countries. It has an important decorative role because of its continuous flowering and the yellow suspended remarkable inflorescences, also, it adapts well in warm climates and it is resistant to drought. In the warm regions of Venezuela, it is used in gardens, parks and avenues (Hoyos, 1992). This specie has a high medicinal potential (astringent, laxative, antibacterial) and a biological interest for controlling nematodes, as marker of pollution levels in the air, removal agent of heavy metals and a source of potassium (Davison, 2004).

Legumes constitute a genetic resource with a high forage potential as low-cost alternative food for animals in sustainable systems in arid and semi-arid areas of the country. These present many benefits, such as provision of organic matter, shadow and wood, these fix nitrogen to the soil and create excellent natural fences, wind-breaker and paddock divisions. One of these promissory species is golden shower, which leaves and fruits are selected by grazing animals in extensive production systems. The seeds

nados por los animales en pastoreo en sistemas de producción extensivos. La propagación mediante semillas es el sistema ideal a usar en la agroforestería, silvicultura urbana, recuperación y estabilización de bosques, debido a que genera variabilidad genética, lo que permite la adaptación, la perpetuación y la evolución de las especies. La información sobre la propagación y el desarrollo de plántulas de esta leguminosa en fase de vivero es escasa (Hoyos, 1992; Al-Menaie *et al.*, 2010). Las semillas presentan baja germinación, aunque se ha logrado incrementar con ácido sulfúrico (Al-Menaie *et al.*, 2010), compuesto tóxico y costoso, que requiere mucha precaución para su manipulación.

Dada la importancia de la incorporación de árboles leguminosos en los sistemas agroforestales y en las áreas verdes de varias ciudades de Venezuela, en esta investigación se planteó como objetivo evaluar el efecto tratamientos pregerminativos en la emergencia de plántulas de caña fistula y las características morfológicas de las plántulas en fase de vivero.

Materiales y métodos

Este experimento se realizó en el Vivero Universitario, Facultad de Agronomía, Universidad del Zulia (LUZ), municipio Maracaibo, estado Zulia, Venezuela. Se recolectaron frutos maduros (marrón oscuro) de plantas de caña fistula ubicadas en los alrededores de la Dirección de Deportes, Educación Física y Recreación de LUZ.

Las semillas se extrajeron de los frutos con la ayuda de un cuchillo, se remojaron en agua potable por 2 h, se

propagation is the ideal system to be used in agroforestry, urban forestry, recovery and stabilization of forests, since it generates a genetic variability, which adapts the adaptation, perpetuation and evolution of the species. The information about the propagation and the development of seedlings of this legume under threshold condition is very limited (Hoyos, 1992; Al-Menaie *et al.*, 2010). The seeds have low germination, even though these increased with sulphuric acid (Al-Menaie *et al.*, 2010), a toxic and expensive compound, which required lot of precaution for handling it.

Due to the importance of incorporating legume trees in the agroforestry systems and green areas of different cities of Venezuela, the objective of this research was to evaluate the effect of pregerminative treatments in the emergency of golden shower seedlings and the morphologic characteristics of seedlings during threshold.

Materials and methods

This research was carried out at the University Plant Nursery, Agronomy Faculty, Universidad del Zulia (LUZ), Maracaibo county, Zulia state, Venezuela. Ripened fruits were collected (dark brown) from golden shower plants, located near the locations of Sport, Physical, and Recreation Direction, LUZ.

The seeds were extracted from the fruits using a knife, these were soaked in tap water for 2 h, were squeezed with a metallic net several times to remove the remnants of the fruit and were washed for 5 min in

frotaron con una malla metálica varias veces hasta retirar los restos de fruto y se lavaron por 5 min en agua con jabón líquido (Brisol®) al 2% (compuesto activo: dodecil-benceno sulfonato de sodio) y cloro Nevex® al 5% (compuesto activo: hipoclorito de sodio 0,26%), después se enjuagaron varias veces con agua hasta que desapareció el olor a cloro. Las semillas se dejaron sobre papel absorbente por una hora para quitar el exceso de humedad, se descartaron las de tamaño irregular y pequeñas, se sumergieron por 15 min en Vitavax® (17% Carboxin + 17% Thiram) al 1%, se secaron a 26°C por tres días y se almacenaron a 10°C por 20 días.

La siembra se realizó en canteiros (7 m x 1 m) con sustrato de arena (capa vegetal) y materia orgánica (estiércol de bovino lavado) en proporción 2:1, al cual se le aplicó 3 g.L⁻¹ de Captan® por m². Se usó una profundidad de siembra de 1 cm, separación de semillas de 1,8 cm e hileras de 10 cm y se efectuaron riegos interdiarios.

Se utilizó un diseño experimental en bloques al azar con cuatro repeticiones de cuatro hileras y 50 semillas por hilera. Se evaluaron los siguientes tratamientos pregerminativos: testigo (T0), remojo en agua a 26°C por 12 h (T1) y 24 h (T2), remojo en agua a 60°C por 12 h (T3) y 24 h (T4), remojo en vinagre (ácido acético diluido al 5% obtenido del alcohol puro de caña de azúcar) a 26°C por 5 min (T5) y 10 min (T6), remojo en vinagre a 60°C por 5 min (T7) y 10 min (T8).

Cada tres días se contó el número de plántulas emergidas, considerando la emergencia de la plúmula, para

water with liquid soap (Brisol®) at 2% (active compound: dodecyl benzene sodium sulphate) and chlorine Nevex® at 5% (active compound: sodium hypochlorite 0.26%), later, the seeds were rinsed several times with water until removing the chlorine smell. The seeds were set aside on absorbent paper for an hour to eliminate the excess of humidity, and the irregular and small seeds were eliminated, subsequently, were soaked for 15 min in Vitavax® (17% Carboxin + 17% Thiram) at 1%, were dried at 26°C for three days and stored at 10°C for 20 days.

The crop was done in stonemasons (7 m x 1 m) with sand substrate (vegetal cover) and organic matter (washed bovine manure) in a 2:1 proportion, to which was applied 3 g.L⁻¹ of Captan® per m². A 1 cm sow's depth was used, with seed division of 1.9 cm and rows of 10 cm, irrigations were done every one day.

A randomized split plot design was used with four replications of 4 rows and 50 seeds per row. The following pregerminative treatments were evaluated: control (T0), soaking in water at 26°C for 12 h (T1) and 24 h (T2), soaking in water at 60°C for 12 h (T3) and 24 h (T4), soaking in vinegar (acetic acid diluted at 5% obtained from pure alcohol of sugar cane) at 26°C for 5 min (T5) and 10 min (T6), soaking in vinegar at 60°C for 5 min (T7) and 10 min (T8).

The number of emerged seedlings was counted every three days, considering the emergency of the plumule to determine the emergency percentage (PE) and the emergency rate (Flores *et al.*, 2009). Within 30 days of the sow, 10 seedlings were

determinar el porcentaje de emergencia (PE) y la tasa de emergencia (Flores *et al.*, 2009). Hacia los 30 días de la siembra se tomó al azar 10 plántulas por cada repetición para evaluar las características morfológicas de las plántulas: altura de plántula (AP), longitud de raíz (LR), número de hojas (NH), número de nudos (NN) y grosor del tallo (GT).

La AP y la LR se midieron en centímetros usando una regla graduada, AP desde ápice del vástago hasta la base de la plántula y la LR desde la base hasta el ápice de la raíz principal. El NH y NN contando el número de hojas nudos presentes en cada plántula y el GT se midió en milímetros con un vernier. El análisis estadístico se hizo a través de un análisis de varianza en el programa SPSS versión 12 (Statistical Package for the Social Sciences) (Pérez, 2005) y se aplicó la prueba Tukey para la separación de medias. PE se transformó mediante la ecuación arco seno $(x+1)/2$ para ajustarla a la normalidad.

Resultados y discusión

Los tratamientos pregerminativos mostraron diferencias sobre el porcentaje de emergencia, no así en la tasa de emergencia (cuadro 1) o días promedios requeridos para la emergencia de las plántulas, en la altura de plántula, longitud de raíz, número de hojas, número de nudos y grosor del tallo. Las semillas remojadas en ácido acético al 5% a 26°C por 10 min (T6) y las remojadas en ácido acético 5% a 60°C por 10 min (T8) presentaron los porcentajes de emergencia más altos y no hubo diferencias entre ellos, por

taken at random per each replication in order to evaluate the morphological characteristics of the seedlings: height's of the plant (AP), root's longitude (LR), leaves' number (NH), knots' number (NN) and thickness of the stem (GT).

The AP and LR were measured in centimeters using a graded ruler, AP from the stem to the base of the seedling, and the LR from the base to the apex of the main root. The NH and NN, the number of knot leaves present on each seedling, and the GT were measured in millimeters using a vernier. The statistical analysis was performed using the variance analysis software SPSS, version 12 (Statistical Package for the Social Sciences) (Pérez, 2005) and the Tukey test was applied for the mean separation. The PE was transformed using the arcsine equation $(x+1)/2$ to adjust it to the normality.

Results and discussion

The pregerminative treatments showed differences on the emergency percentage except in the emergency rate (table 1) or average days required for the emergency of seedlings; in the plant's height, root's longitude, number of leaves, number of knots and stem's thickness. The soaked seeds in acetic acid at 5% at 26°C for 10 min (T6) and the ones soaked in acetic acid 5% at 60°C for 10 min (T8) presented the highest emergency percentages, and there were not differences among them, thus, the 10-min exposure time in vinegar at 26°C was the most appropriate treatment to increase the emergency in golden shower seeds

lo que el tiempo de exposición de 10 min en vinagre a la temperatura de 26°C fue el tratamiento más apropiado para incrementar la emergencia en semillas de caña fistula (77,6%). Los porcentajes de emergencia observados en las semillas tratadas en T1, T5 y T7 fueron muy semejantes al testigo, lo que reflejó que no fueron suficientes los remojos en agua por 12 h y en vinagre por 5 min a 26 ó 60°C.

Los remojos en agua a 26°C por 24 h (T2) disminuyeron la emergencia, y los de 60°C por 12 y 24 h (T3 y T4) no produjeron respuesta, debido posiblemente a la muerte del embrión por la exposición a temperaturas moderadas de 60°C por 12 y 24 h. El efecto inhibitorio de las altas temperaturas sobre el embrión también se ha visto en la leguminosa lara ruidosa (*Albizia lebbbeck* L.) cuando las semillas se colocaron en agua a 80°C durante 3 min (Navarro, 2009) y en leucaena (*Leucaena leucocephala*) en condiciones de 100°C por 60 s (Sánchez, 2002).

La baja respuesta observada en remojo en agua a 26°C por 12 h (T2) y por 24 h (T3), se asoció a que estos tratamientos pudieron ocasionar una condición anaeróbica que no permitió el intercambio gaseoso imprescindible para el proceso de respiración en las semillas, en el cual ocurren las transformaciones metabólicas necesarias para la germinación y el desarrollo de la plántula (Ramírez *et al.*, 2012). La tasa de emergencia osciló entre 7,1 y 8,4 días (cuadro 1).

Los valores de desviación estándar de AP, LR, NN y NH de las plántulas de caña fistula, después de los 30 días de la siembra, mostraron que dichas

(77.6%). The emergency percentages observed in the treated seeds in T1, T5 and T7 were similar to the control, which proved that soaking in water for 12 h and in vinegar for 5 min at 26 or 60°C was not enough.

The soaks done in water at 26°C for 24 h (T2) reduced the emergency, and those at 60°C for 12 to 24 h (T3 and T4) did not have any response, maybe due to the death of the embryo caused by the exposure to mild temperatures of 60°C for 12 and 24 h. The inhibitory effect on the embryo has also been observed in the legume *Albizia lebbbeck* L. when the seeds were put on water at 80°C for 3 min (Navarro, 2009), and in *Leucaena leucocephala* at 100°C for 60 s (Sánchez, 2002).

The low response observed soaking in water at 26°C for 12 h (T2) and for 24 h (T3) was associated because the treatment could have caused an anaerobic condition which did not allow the gas interchange that is needed for the breathing process in the seeds, where the necessary metabolic transformations occur for the germination and the development of the seedling (Ramírez *et al.*, 2012). The emergency rate oscillated from 7.1 to 8.4 days (table 1)

The standard deviation values of AP, LR, NN and NH of golden shower seedlings after 30 days of sow showed that such variables have low variability due to the variation coefficients were under 20% (table 2), excepting the thickness of the stem, which was considered as medium variability. The low variability observed in golden shower was associated to the high quality of the seeds employed, which resulted in

Cuadro 1. Efecto de tratamientos pregerminativos en el porcentaje de emergencia y la tasa de germinación en semillas de caña fistula, 15 días después de la siembra.

Table 1. Effect of pregerminative treatments on the emergency percentage and the germination rate in golden shower seeds 15 days after the crop.

Tratamiento pregerminativo	Porcentaje de emergencia	Tasa de emergencia
T0	55,5 ^b	8,3
T1	52,5 ^b	8,4
T2	44 ^c	8,1
T3	-	-
T4	-	-
T5	53 ^b	7,1
T6	77,6 ^a	8,2
T7	55,5 ^b	7,1
T8	73,5 ^a	8,1

Medias con letras distintas difirieron significativamente ($P < 0,05$), Prueba Tukey. T3 y T4 no hubo respuesta

variables presentaron baja variabilidad, debido a que los coeficientes de variación estuvieron por debajo del 20% (cuadro 2), exceptuando el grosor del tallo que se consideró de mediana variabilidad. La baja variabilidad observada en caña fistula se asoció a la alta calidad de las semillas empleadas que resultó en plántulas con desarrollo homogéneo y rápido (cuadro 2), aspectos muy importantes en la medición de la calidad de las semillas (Flores *et al.*, 2009; Perozo *et al.*, 2006).

La variabilidad observada en las plántulas, del presente trabajo, se relacionó al carácter heterocigótico y al modo de polinización, cruzada (Ramírez *et al.*, 2012) que poseen la mayoría de las especies arbóreas que conduce a la segregación genética en la descendencia, la cual es muy im-

seedlings with a homogeneous and fast development (table 2), which are very important aspects for measuring the seeds quality (Flores *et al.*, 2009; Perozo *et al.*, 2006).

The variability observed in seedlings in the current research was related to the heterozygote and the crossed pollination (Ramírez *et al.*, 2012) that most of the tree species have which conduct to the genetic segregation in the offspring, which is very important in low environmental impact sustainable development systems such as the agroforestry and the urban forestry. Considering the AP and LR values 30 days after the crop, it is convenient to sow the seeds directly into bags with a superior high to the LR, with the aim of avoiding malformations in the radical system.

Cuadro 2. Características morfológicas de plántulas de caña fistula, 30 días después de la siembra.

Table 2. Morphological characteristics of golden shower seedlings 30 days after the crop.

Tratamiento	AP \pm DE (cm) CV (%)	LR \pm DE (cm) CV (%)	NH \pm DE CV (%)	NN \pm DE CV (%)	GT \pm DE (mm) CV (%)
T0	11,1 \pm 1,513,5	24,2 \pm 1,97,9	4,4 \pm 0,511,4	3,5 \pm 0,514,3	1,2 \pm 0,433,3
T1	8,1 \pm 1,113,6	14,4 \pm 0,96,3	3,2 \pm 0,412,5	3,1 \pm 0,39,7	1,1 \pm 0,654,5
T2	7,3 \pm 0,79,6	12,7 \pm 0,86,3	3,9 \pm 0,615,4	3,9 \pm 0,615,4	1,2 \pm 0,433,3
T3	-	-	-	-	-
T4	-	-	-	-	-
T5	9,6 \pm 1,414,6	18,5 \pm 1,910,3	3,3 \pm 0,515,2	3,2 \pm 0,412,5	1 \pm 0,110
T6	10,3 \pm 1,514,6	20,1 \pm 1,99,5	4 \pm 0,512,5	4 \pm 0,512,5	1,1 \pm 0,218,2
T7	12,2 \pm 1,512,3	26 \pm 2,38,8	4,1 \pm 0,717,1	4,1 \pm 0,717,1	1,4 \pm 0,17,1
T8	13,1 \pm 1,511,5	26,2 \pm 2,710,3	4,1 \pm 0,512,2	3,5 \pm 0,514,3	1,4 \pm 0,17,1

AP, altura de plántula. CV, coeficiente de variación. DE, desviación estándar. GT, grosor del tallo. LR, longitud de raíz. NH, número de hojas.

NN, número de nudos.

T3 y T4 no hubo respuesta

portante en sistemas de desarrollo sostenibles con bajo impacto ambiental como el agroforestal y la silvicultura urbana. Tomando en consideración los valores AP y la LR, a los 30 días después de la siembra, se sugiere que sería conveniente sembrar las semillas directamente en bolsas que tengan una altura superior a la de la LR, con la finalidad de evitar malformaciones del sistema radical. En el caso del trasplante de canteros o bandejas a bolsa se sugiere realizarlo lo más temprano posible, antes de los 30 días después de la siembra.

En este trabajo se encontró que en 15 días es posible obtener 77,6% de emergencia de plántulas de caña fistula con un producto (vinagre) económico, de fácil adquisición, ecológico, rápido y sin riesgos para el operador. Este resultado se considera promisorio debido a que en otras investigaciones de caña fistula, se ha indicado un 83% de emergencia (a los 60 días) en semillas tratadas con ácido sulfúrico 36N por 45 min (Al-Menaie *et al.*, 2010), y un 75,5% de emergencia al exponerlas por 15 min en el mismo ácido concentrado (Caraballo, 2008). También destaca el hecho de que en este trabajo el testigo alcanzó un 55,5% de emergencia (cuadro 1) y superó ampliamente al 3% señalado por Al-Menaie *et al.* (2010). La información presentada en este trabajo constituye un aporte en la propagación de la caña fistula, especie presente en el estado Zulia, Venezuela.

Conclusiones

La propagación de la caña fistula a través de semillas se logró sumergiéndolas en vinagre a 26°C por 10

In the case of stonemasons or trays to bags, it is suggested to do this before the 30 days of the crop.

In this research was found that in 15 days is possible to obtain 77.6% of golden shower seedling emergences with a cheap product (vinegar) with easy acquisition, ecological, fast and without any risk for the operator. This result is considered promissory since in other researches carried out in golden shower 83% of emergency has been indicated (within 60 days) in seeds treated with sulphuric acid 36N for 45 min (Al-Menaie *et al.*, 2010), and 75.5% of emergency when exposing the seeds for 15 min in the same concentrated acid (Caraballo, 2008). It is also outstanding in this research that the control reached 55.5% of emergency (table 1) and surpassed the 3% mentioned by Al-Menaie *et al.* (2010). The information presented in this research constitutes a contribution in the propagation of golden shower, specie presented in Zulia, Venezuela.

Conclusions

The seeds propagation of golden shower was obtained soaking the seeds in vinegar at 26°C for 10 min, treatment that allowed the highest emergency percentage (77.6%) 15 days after the crop. The seedlings presented a normal and homogeneous development.

Acknowledgment

The authors acknowledge CONDES-LUZ by the finance provided for carrying out the project No. CC-0542-

min, tratamiento que permitió el mayor porcentaje de emergencia (77,6%) a los 15 días de la siembra. Las plántulas presentaron un desarrollo normal y homogéneo.

Agradecimientos

Al CONDES-LUZ por el financiamiento otorgado al proyecto No. CC-0542-13 "Propagación de especies de interés hortícola y autóctonas de la altiplanicie de Maracaibo y sus alrededores con fines de recuperación de siembra, bosques y áreas verdes". Al Vivero Universitario de LUZ.

Literatura citada

- Al-Menaie, H., O. Al-Ragam, A. Al-Shatti, M. Mathew y N. Suresh. 2010. The effects of different treatments on seed germination of the *Cassia fistula* L. and *Cassia nodosa* Buch.-Ham. ex Roxb. in Kuwait. *African Journal of Agricultural Research* 5:230-235.
- Caraballo, L. 2008. Evaluación de tratamientos para estimular la germinación de dos especies leguminosas forrajeras arbóreas (*Hymenea courbaril* L.) y cañafistolo llanero (*Cassia fistula*) y desarrollo en fase de vivero de algarrobo (*Hymenea courbaril* L.). Tesis de grado. Universidad Centrooccidental "Lisandro Alvarado". Decanato de Agronomía. Barquisimeto, Venezuela. 82 p.
- Davison, E. 2004. *Cassia fistula* and *Delonix regia*. *Aridus* 16 (1):1-8.
- Flores, E., P. Moratinos, M. Ramírez y D. García. 2009. Evaluación de la emergencia y las características morfológicas iniciales de *Tamarindus indica* L. con fines agroforestales. *Pastos y Forrajes* 32:1-11.
- 13 "Horticultural and autochthonous species propagation In Maracaibo's plain and its surrounds with the aim of recovering the sow, forest and green areas". The authors also thank the University threshold of LUZ.

End of english version

Hoyos, J. 1992. Árboles Tropicales Ornamentales. Monografía 38. Sociedad de Ciencias Naturales La Salle. 272 p.

Navarro, M. 2009. Comportamiento interactivo de la germinación, la dormancia, la emergencia y el crecimiento inicial como atributos biológicos para evaluar el vigor de las semillas de *Albizia lebeck* (L.) Benth. Tesis de Doctorado. Estación Experimental de Pastos y Forrajes "Indio Hatuey". Departamento de Pastos y Forrajes. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. 101 p.

Pérez, C. 2005. Técnicas Estadísticas con SPSS 12. Aplicaciones al Análisis de Datos. Madrid. Editorial Pearson Prentice Hall, Pearson Educación, S.A. 802 p.

Ramírez, M., H. Suárez, M. Regino, B. Caraballo y D. García. 2012. Respuesta a tratamientos pregerminativos y caracterización morfológica de plántulas de *Leucaena leucocephala*, *Pithecellobium dulce* y *Ziziphus mauritiana*. *Pastos y Forrajes* 35(1): 29-42.

Sánchez, A. 2002. Efecto del tratamiento con agua caliente e imbibición sobre la germinación de semillas de *L. Leucocephala*. *Revista Científica* 12: 581-583.

Sandoval, C., A. Cruz y M. Vallejo. 2002. Estado actual de la información sobre árboles fuera del bosque. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (FAO). Comisión Europea. Monografías de Países 10: 7-38.