



Effect of pregerminative treatments on *Pithecellobium dulce*, *Leucaena leucocephala* and *Sesbania* spp.

Efecto de tratamientos pregerminativos en *Pithecellobium dulce*, *Leucaena leucocephala* y *Sesbania* spp.

García-Paredes, J.D.^{1*}, Rodríguez Navarro, L.E.², Madueño-Molina, A.¹,
Hanan-Alipí, A.M.¹, Bojórquez-Serrano, J.I.¹

Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura,
¹Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias; ²Tesista del Programa de
Biología. km 9 Carretera Tepic-Compostela, C.P. 63780. Xalisco, Nayarit. México.

ABSTRACT

The experiment was made under laboratory conditions with the aim to evaluate the effect of sulphuric acid, boiling water and temperature on speed and percentage of emergence in *Pithecellobium dulce* (guamuchil), *Leucaena leucocephala* (guaje), and *Sesbania* spp (sesbania). Evaluated treatments were: immersion in sulphuric acid (90 %), during 15, 30 and 45 minutes; immersion in boiling water; heating stove (70 °C) and control. In guamuchil, the best percentage of emergence was obtained with sulphuric acid, immersion of 45 and 30 minutes. In guaje, the best percentage of emergence was provoked with immersion in sulphuric acid during 15 minutes. In sesbania, all three treatments of sulphuric acid were statistically equal amongst themselves and different from control. Treatment of immersion under boiling water during five minutes was prejudicial since there was no emergence. Finally, the heating of the seed in stove (70 °C) had no influence in the percentage of emergence of the seeds. Treatments with sulphuric acid obtained the highest velocity of emergence in the three evaluated species.

Article Info/Información del artículo

Received/Recibido: April 11th 2016.

Accepted/Aceptado: August 26th 2016.

RESUMEN

El experimento se realizó bajo condiciones de laboratorio con el objetivo de evaluar el efecto del ácido sulfúrico, agua hirviendo y temperatura sobre la velocidad y porcentaje de emergencia de *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *Leucaena leucocephala* (huaje), y *Sesbania* spp (sesbania). Los tratamientos evaluados fueron: inmersión en ácido sulfúrico (90 %), durante 15, 30 y 45 minutos; inmersión en agua hirviendo; calentamiento en estufa (70 °C y testigo. En guamúchil, el mejor porcentaje de emergencia se obtuvo con ácido sulfúrico, en inmersión de 45 y 30 minutos. En huaje el mejor porcentaje de emergencia se provocó con inmersión en ácido sulfúrico, durante 15 minutos. En sesbania, los tres tratamientos de ácido sulfúrico fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes al testigo. El tratamiento de inmersión en agua hirviendo durante cinco minutos, fue perjudicial ya que no hubo emergencia. Finalmente, el calentamiento de la semilla en estufa (70 °C), no tuvo una influencia en el porcentaje de emergencia de las semillas. Los tratamientos con ácido sulfúrico obtuvieron la mayor velocidad de emergencia en las tres especies evaluadas.

PALABRAS CLAVE

Escarificación de semillas, huaje, guamúchil, sesbania.

*Corresponding Author:

García-Paredes, J.D., Universidad Autónoma de Nayarit, Unidad Académica de Agricultura, Posgrado en Ciencias Biológico Agropecuarias; km 9 Carretera Tepic-Compostela, C.P. 63780. Xalisco, Nayarit, México. Phone: +52(311) 163 7049. E-mail.: digapar@gmail.com

KEY WORDS

Scarification of seeds, guaje, guamuchil, sesbania.

Introduction

Legumes represent a vegetal resource of great potential in tropical and subtropical zones since they are an important source of proteins for animals and humans; they generally do not require nitrogen additions for their development, which represents an advantage for farmers due to the high cost of nitrogen fertilizers.

The main problem that legumes present is the hardness of their tegument, which causes a decrease of the germination in natural conditions; this condition could be overcome by scarification methods that have been reported in the literature by diverse authors (Cervantes *et al.*, 1996; Razz and Clavero, 1996) and whose results have contributed to improving the germination of species with forage aims.

One of the mostly used methods for scarification of legumes seeds is the method with sulphuric acid (Dias, 2005). Other method applied to reduce latency of seeds has been the submission to different temperatures and times of water exposure (Razz and Clavero, 1996; Sanabria *et al.*, 1997; Alexander and Sánchez, 2002), and in drying oven (Madueño-Molina *et al.*, 2006; Kimura and Islam, 2012).

Mexico has great diversity of legumes that offer potential as forage for animal production; however, there are species that have not been given real importance (Madueño *et al.*, 2006).

Pithecelobium or guamuchil is a species of rapid and vigorous growth. It is cultivated as shadow and ornamental tree, the pods are feed source for wild animals and cattle, flowers are pollen source, fruit are appreciated for their sweet taste of the aril that covers the seeds (Hernandez *et al.*, 2001).

Leucaena or guaje is a legume native from Mexico and Central America of arboreal type with high adaptation even in adverse conditions, such as high temperatures and draught (Ramírez *et al.*, 2012). It is used as shadow

Introducción

Las leguminosas representan un recurso vegetal de gran potencial en las zonas tropicales y subtropicales debido a que son una fuente importante de proteínas para animales y humanos, además, generalmente no requieren adiciones de nitrógeno para su desarrollo, lo cual es una ventaja para los agricultores debido al alto costo de los fertilizantes nitrogenados.

El principal problema que presentan las leguminosas es la dureza de su tegumento lo cual ocasiona una disminución de la germinación en condiciones naturales, esta condición puede superarse mediante métodos de escarificación que han sido reportados en la literatura por diversos autores (Cervantes *et al.*, 1996; Razz y Clavero, 1996) y cuyos resultados han contribuido a mejorar la germinación de las especies con fines forrajeros.

Uno de los métodos más utilizado para la escarificación de semillas de leguminosas es el método con ácido sulfúrico (Dias, 2005). Otros métodos aplicados para romper la latencia de las semillas han sido el someterlas a diferentes temperaturas y tiempos de exposición en agua (Razz y Clavero, 1996; Sanabria *et al.*, 1997; Alexander y Sánchez, 2002), así como en estufa de secado (Madueño-Molina *et al.*, 2006; Kimura e Islam, 2012).

México cuenta con una diversidad de leguminosas que ofrecen un potencial como forraje para la producción animal, sin embargo existen especies a las que no se les ha dado la debida importancia (Madueño *et al.*, 2006).

Pithecelobium o guamúchil es una especie de crecimiento rápido y vigoroso. Se cultiva como árbol de sombra y ornamental, las vainas son una fuente de alimento para la fauna silvestre y el ganado, las flores son fuente de polen, los frutos son apreciados por el sabor dulce del arilo que cubre las semillas (Hernández *et al.*, 2001).

La *Leucaena* o huaje es una leguminosa nativa de México y Centroamérica de tipo arbóreo, con amplia adaptación, aún en condiciones ecológicas desfavorables, como altas temperaturas y sequía (Ramírez *et al.*, 2012). Se utiliza también como planta de sombra en plantaciones de otros cultivos, como abono verde y mejorador de suelos debido a la fijación de nitrógeno atmosférico (Benitez-Bahena *et al.*, 2010).

Las plantas de *Sesbania* son nativas de áreas tropicales y subtropicales, bien adaptadas a suelos de baja calidad, crecen

plant in plantations of other cultures, as green manure and soil improver due to the fixation of atmospheric nitrogen (Benitez-Bahena *et al.*, 2010).

The plants of *Sesbania* are native in tropical and subtropical areas, well adapted to soils of low quality, they grow in saline and alkaline soils, and in soils that temporarily flood; they are a good option as green manure due to their quick growth and maturation (Tapia *et al.*, 2014). In addition, fresh foliage of young leaves have great palatability for cattle (National Academy of Sciences, 1979).

In consequence, given that legumes represent a high protein value as feed, economic and cheap techniques with efficient pregerminative treatments are required.

The aim of this work was to evaluate the effect of sulphuric acid, boiling water and temperature on speed and percentage of emergence in seeds of *Pithecellobium dulce* (guamuchil), *Leucaena leucocephala* (guaje), and *Sesbania* sp (sesbania).

Materials and Methods

The experiment was performed in the laboratory of soils of the Multidisciplinary of Scientific Investigation Center of the Universidad Autonoma de Nayarit. Seeds of guamuchil, guaje and sesbania were selected considering uniformity of color, size, and free of plagues and diseases. Studied treatments were immersion in sulphuric acid (90 %) during 15 (AS15), 30 (AS30) and 45 (AS45) minutes; immersion in boiling water during 5 minutes (Ah5); heating of seed in stove at 70 °C during five hours (E70x5) and control (TES). Twenty seeds were deposited in seedbed of Styrofoam, which contained peat moss as substrate, constituting the experimental unit. A random experimental design with five repetitions per treatment was used.

Application of treatments

Seeds treated with sulphuric acid were placed in beakers and added with an amount of acid to cover the seeds (100 mL), and kept under such conditions for the corresponding time (15, 30 and 45 minutes), they were after washed with distilled water, dried and sown in the seedbeds of Styrofoam. Treatment with boiling water (500 mL) was made in a Erlenmeyer flask where

en suelos salinos y alcalinos, y en suelos que se inundan temporalmente, son una buena opción como abono verde debido a su rápido crecimiento y maduración (Tapia *et al.*, 2014). Además, el follaje fresco de hojas jóvenes tiene gran palatabilidad para el ganado (National Academy of Sciences, 1979).

En consecuencia, dado que las leguminosas representan un alto valor proteico como alimentos, se requieren técnicas económicas y baratas con tratamientos pre-germinativos que sean eficientes.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto del ácido sulfúrico, agua hirviendo y temperatura sobre la velocidad y porcentaje de emergencia de semillas de *Pithecellobium dulce* (guamúchil), *Leucaena leucocephala* (huaje), y *Sesbania* sp (sesbania).

Materiales y Métodos

El experimento se realizó en el laboratorio de suelos del Centro Multidisciplinario de Investigación Científica de la Universidad Autónoma de Nayarit. Las semillas de guamúchil, huaje y sesbania, se seleccionaron considerando uniformidad de color, de tamaño, y libres de daño por plagas y enfermedades. Los tratamientos estudiados fueron inmersión en ácido sulfúrico (90 %) durante 15 (AS15), 30 (AS30) y 45 (AS45) minutos; inmersión en agua hirviendo durante 5 minutos (Ah5); calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante cinco horas (E70x5) y el tratamiento testigo (TES). Se depositaron veinte semillas en semilleros de unicel, los cuales contenían peat moss como sustrato, lo que constituyó la unidad experimental. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar con cinco repeticiones por tratamiento.

Aplicación de los tratamientos.

Las semillas tratadas con ácido sulfúrico se colocaron en vasos de precipitado a los que se les añadió el ácido en una cantidad para cubrir las semillas (100 mL), y se mantuvieron en dicha condición el tiempo correspondiente (15, 30 y 45 minutos), después se lavaron con agua destilada, se secaron y se sembraron en los semilleros de unicel. El tratamiento con agua hirviendo (500 mL) se realizó en un matraz Erlenmeyer en el cual se colocaron las semillas durante cinco minutos, después se retiró el matraz del fuego y las semillas se secaron para después ser colocadas en los recipientes para su emergencia. El tratamiento con calor en estufa de secado se hizo colocando las semillas en papel aluminio y dejándolas en la estufa de secado durante cinco horas,

seeds were placed during five minutes, it was later retired from fire and seeds were dried so they could be placed in recipients for emergence. Treatment with heat in drying stove was made by placing seeds in aluminum foil and leaving them in the stove during five hours; after such time, they were left to cool and sown in the humid substrates. From the sowing, observations to record emergence were made every two days.

Statistical analysis

Results were applied with a variance analysis and an average test medias (Duncan $\alpha=0.05$). Values used in the variance analysis corresponded to 12 days after sowing.

Results and Discussion

Variance analysis

Variance analysis ($Pr > F$) indicated that there are significant differences between treatments, in each of the evaluated species (Table 1).

The best treatment in guamichul was in the use of sulphuric acid with immersion time of 45 minutes (100 % emergence), followed by the treatment with immersion time of 30 minutes (95 %). Control treatment had an emergence of 75 %, which coincides with Razz and Clavero (2003), who mention that seeds of this species have good germination capacity and do not require special treatments.

pasado ese tiempo se dejaron enfriar y se sembraron en los sustratos húmedos. A partir de la siembra se realizaron observaciones cada dos días, para registrar la emergencia.

Análisis estadísticos

A los resultados se les aplicó un análisis de varianza y una prueba de medias (Duncan $\alpha=0.05$). Los valores que se utilizaron en el análisis de varianza fueron los correspondientes a los 12 días después de la siembra.

Resultados y Discusión

Análisis de varianza.

El análisis de varianza ($Pr > F$), indicó que existen diferencias significativas entre los tratamientos, en cada una de las especies evaluadas (Tabla 1).

En guamúchil, el mejor tratamiento fue donde se utilizó ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 45 minutos (100 % de emergencia), seguido por el tratamiento con tiempo de inmersión de 30 minutos (95 %). El tratamiento testigo tuvo una emergencia del 75 %, lo cual coincide con lo mencionado por Razz y Clavero (2003) quienes mencionan que las semillas de esta especie tienen buena capacidad germinativa y no requieren tratamientos especiales.

En este trabajo, los tratamientos de calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante 5 horas y en agua en ebullición por 5 minutos, no funcionaron como promotores

Table 1.
Percentage of emergence of seeds of legumes submitted to pregerminative treatments.

Tabla 1.
Porcentaje de emergencia de semillas de leguminosas sometidas a tratamientos pregerminativos.

Treatment	Guamuchil %	Leucaena %	Sesbania %
Sulphuric acid, 15'	70 ^{a,f}	60 ^b	50 ^d
Sulphuric acid, 30'	95 ^a	60 ^b	35 ^a
Sulphuric acid, 45'	100 ^b	95 ^a	35 ^a
Boiling water, 5'	0 ^e	0 ^e	0 ^e
Stove at 70 °C, 5 horas	5 ^e	5 ^e	5 ^b
Control	75 ^b	45 ^b	0 ^b

^fAverages with the same letter within columns are statistically equal (Duncan $\alpha=0.5$).

^fMedias con la misma letra dentro de las columnas son estadísticamente iguales (Duncan $\alpha=0.5$).

In this paper, heating treatments of the seed in stove at 70 °C during 5 hours and in boiling water for 5 minutes did not work as emergence promoters. According to Kimura and Islam (2012), effectiveness of scarification with heat (damp and dry) varies in function of the equipment used to generate heat, treatment timing, temperature and treated species.

In guaje, the best treatment was sulphuric acid with immersion times of 15 minutes, which was statistically different from the rest. Treatments with lower percentage of emergence were heating treatments of the seed in stove at 70 °C during 5 hours and heating in boiling water during 5 minutes (5 and 0 % emergence). Contradictory results were reported by Sanabria et al., (1997) who evaluated thermal treatments in seeds of this species and found that the higher percentage of germination was using hot water (initial boiling point) during idle for five minutes. Nevertheless, they appoint the inconvenience of generalizing a method of scarification of hot water for different accessions of seeds from this species.

In sesbania, emergence of the seed was lower in comparison to the two other species, probably due to the fact that the seed had been stored for ten years. The treatment with sulphuric acid with immersion time of 45 minutes obtained 50 % emergence, followed by immersion time of 30 and 15 minutes with 35 %. However, these three treatments were statistically equal. Heating treatments of the seed in stove at 70 °C during 5 hours, and boiling water during 5 minutes, besides control, did not improve emergence of this species. Hoang and Brix (2007) studied the effect of several pregerminative treatments in seeds of *Sesbania sesban* and concluded that optimal temperature of germination ranges between 30 °C and 37 °C, and that treatments with hot water (70 and 60 °C during 10 minutes) as treatment with sulphuric acid (90 %) during 10 minutes have a minimum effect in the germination of the seed. In other study, Menezes-Silva et al., (2011) found that heat treatments produce an abnormal development of the seeds, and do not recommend it for seeds of *Sesbania virgata* (Cav.), which coincides with the findings of this work.

Overall, results indicate that the best pregerminative treatments were sulphuric acid with immersion time of 15 minutes, sulphuric acid with immersion time of 30 minutes and sulphuric acid with immersion time of 45 minutes, except for guamuchil, where treatment

de la emergencia. De acuerdo con Kimura e Islam (2012), la efectividad de la escarificación con calor (húmedo y seco) varía en función del equipo para generar calor, del tiempo de los tratamientos, de la temperatura y de la especie tratada.

En huaje, el mejor tratamiento fue el ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 15 minutos, mismo que fue estadísticamente diferente del resto. Los tratamientos con menor porcentaje de emergencia fueron los tratamientos de calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante 5 horas, y calentamiento en agua hirviendo durante 5 minutos (5 y 0 % de emergencia). Resultados contradictorios a estos fueron reportados por Sanabria et al., (1997) quienes evaluaron tratamientos térmicos en semillas de esta especie y encontraron que el mayor porcentaje de germinación fue con el tratamiento de agua caliente (inicio de ebullición) en reposo, por cinco minutos. Sin embargo, señalan que no es conveniente generalizar un método de escarificación de agua caliente para diferentes accesiones de semillas de esta especie.

En sesbania la emergencia de la semilla fue menor, en comparación con las otras dos especies, lo anterior posiblemente debido a que la semilla tenía 10 años almacenada. El tratamiento con ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 45 minutos obtuvo 50 % de emergencia, seguido por el tiempo de inmersión de 30 y 15 minutos con 35 %. Sin embargo, estos tres tratamientos fueron estadísticamente iguales. Los tratamientos de calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante 5 horas, y el de agua hirviendo durante 5 minutos, además del testigo no mejoraron la emergencia de esta especie. Hoang y Brix (2007) estudiaron el efecto de varios tratamientos pregerminativos en semillas de *Sesbania sesban* y concluyeron que la temperatura óptima de germinación esta entre 30 °C y 37 °C y que además los tratamientos de agua caliente (70 y 60 °C, durante 10 minutos), así como el tratamiento con ácido sulfúrico (90 %) durante 10 minutos, tiene un efecto mínimo en la germinación de la semilla. En otro estudio, Menezes-Silva et al., (2011) encontraron que tratamientos de calor producen un desarrollo anormal de las semillas y no lo recomiendan para las semillas de *Sesbania virgata* (Cav.), lo que es coincidente con lo encontrado en este trabajo.

Los resultados indican, en general, que los mejores tratamientos pregerminativos fueron el de ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 15 minutos, ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 30 minutos y ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 45 minutos, excepto en guamúchil

with sulphuric acid, with immersion time of 15 minutes, produced lower emergence than control. These results coincide with those published by Madueño *et al.*, (2006) who found favorable responses in the application of sulphuric acid in germination of bean (*Rhynchosia minima* L. D. C.) seeds.

Heating treatments of seed in boiling water during 5 minutes and heating treatment of the seed in stove at 70 °C during 5 hours produced null emergence or really low emergence compared to control. In consequence, seeds of these species must not be submitted to such treatments. In this work, what was found by Alexander and Sanchez (2002) is proven, since there was no favorable response in the emergence of the seeds submitted to treatment with boiling water.

There was an approximate percentage of emergence of 100 % from the fourth day with the treatment where sulphuric acid was used with immersion time of 45 minutes (Figure 1). The treatment with sulphuric acid with immersion time of 30 minutes obtained 95 % emergence, even though it acted slower since the result was obtained until the ninth day. Control treatment acted the first six days with an accelerated response, stabilizing with 75 % of emergence. Heating treatments of the seed in boiling water during 5 minutes and heating of the seed in stove at 70 °C during 5 hours, were under control since they obtained response with gradient zero, meaning they resulted prejudicial for the seed of this species. Treatments of sulphuric acid with immersion times of 45 and 30 minutes obtained more than 80 % of emergence within four days.

In guaje, the lower percentage of emergence (95 %) was obtained by the treatment of sulphuric acid with immersion time of 15 minutes (Figure 2). The treatment with sulphuric acid with immersion times of 30 and 45 minutes obtained similar response, achieving 60 % of emergence in a nine days lapse. Control treatment had an exponential response, but it only achieved 45 % of emergence in a 12 day period. As guamuchil, guaje seed had null or very low response to heating treatments in water at 100 °C during 5 minutes and heating treatment of the seed in stove at 70 °C during 5 hours. Both treatments were under control. Razz and Clavero (1996) evaluated the germination of guaje seed in immersion in boiling water during 5, 10 and 30 minutes, with zero percentage of germination, which is

donde el tratamiento con ácido sulfúrico, con tiempo de inmersión de 15 minutos, produjo una menor emergencia que el tratamiento testigo. Estos resultados coinciden con los publicados por Madueño *et al.*, (2006), quienes encontraron respuestas favorables a la aplicación de ácido sulfúrico en la germinación de semillas de frijolillo (*Rhynchosia minima* L. D. C.).

Los tratamientos de calentamiento de la semilla en agua hirviendo durante 5 minutos y el tratamiento de calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante 5 horas produjeron una emergencia nula o muy por debajo de la que ocurrió con el testigo. En consecuencia, las semillas de estas especies no deben ser sometidas a dichos tratamientos. En el presente trabajo se comprueba lo encontrado por Alexander y Sánchez (2002), ya que no hubo respuesta favorable en la emergencia de las semillas sometidas al tratamiento con agua en ebullición.

Con el tratamiento en donde se usó ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 45 minutos, se obtuvo un porcentaje de emergencia aproximado al 100 % desde el cuarto día (Figura 1). El tratamiento de ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 30 minutos obtuvo 95 % de emergencia, aunque actuando de manera más lenta ya que fue hasta el noveno día. El tratamiento testigo actuó los primeros seis días con una respuesta acelerada, estabilizándose con 75 % de emergencia. Los tratamientos de calentamiento de la semilla en agua hirviendo durante 5 minutos y de calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C durante 5 horas, estuvieron por debajo del tratamiento testigo ya que tuvieron una respuesta con pendiente de cero, esto significa que resultaron perjudiciales para la semilla de esta especie. Los tratamientos de ácido sulfúrico, con tiempos de inmersión de 45 y 30 minutos, obtuvieron más de 80 % de emergencia a los cuatro días.

En huaje, el mejor porcentaje de emergencia (95 %) lo obtuvo el tratamiento de ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 15 minutos (Figura 2). El tratamiento con ácido sulfúrico con tiempos de inmersión de 30 y 45 minutos tuvieron una respuesta similar, logrando 60 % de emergencia en un lapso de nueve días. El tratamiento testigo tuvo una respuesta exponencial, pero solo logró 45 % de emergencia en un período de 12 días. Al igual que la semilla de guamúchil, la germinación de semilla de huaje tuvo nula o muy baja respuesta a los tratamientos de calentamiento de la semilla en agua a 100 °C durante 5 minutos y al tratamiento de calentamiento de la semilla en estufa, a 70 °C durante 5 horas. Ambos tratamientos estuvieron por debajo del tratamiento testigo. Razz y Clavero (1996) evaluaron la germinación de la semilla

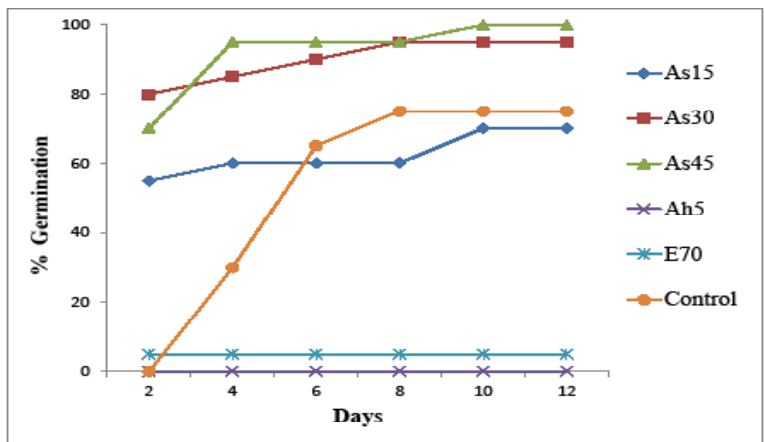


Figura 1. Germinación de *Pithecellobium dulce* con tratamientos pre-germinativos.
Figure 1. Germination of sweet *Pithecellobium* with pre-germinative treatments.

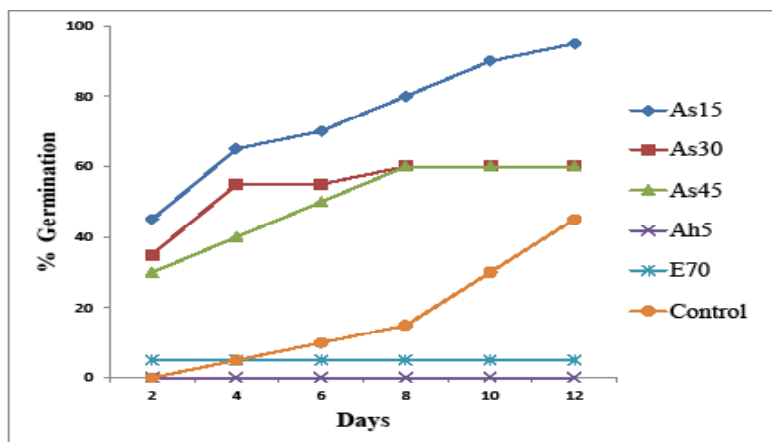


Figura 2. Germinación de *Leucaena leucocephala* con tratamientos pre-germinativos.
Figure 2. Germination of *Leucaena leucocephala* with pre-germination treatments.

minutes, with zero percentage of germination, which is similar to the findings in this experiment. Treatments of sulphuric acid during 15 and 30 minutes reached 50 % of emergence at 4 days, while treatment with immersion during 45 minutes obtained that percentage at 8 days. Control treatment reached the highest percentage at 12 days, but did not surpass treatments with sulphuric acid.

In sesbania (Figure 3), the treatment with sulphuric acid with immersion time of 45 minutes obtained 50 % of

30 minutos, con cero porcentaje de germinación, lo que es similar a lo encontrado en este experimento. Los tratamientos de ácido sulfúrico durante 15 y 30 minutos alcanzaron 50 % de emergencia a los 4 días, mientras que el tratamiento con inmersión durante 45 minutos obtuvo ese porcentaje a los 8 días. El tratamiento testigo alcanzó el máximo porcentaje a los 12 días, pero sin superar a los tratamientos con ácido sulfúrico.

En sesbania (Figura 3), el tratamiento con ácido sulfúrico con tiempo de inmersión de 45 minutos obtuvo 50 % de

emergence, this values was reached at 11 days of having established the experiment, though there was response of emergence from the second day. The emergence of sesbania with the treatment of sulphuric acid, with immersion time of 30 minutes, generated a positive response, even though it only reached 35 % of emergence. Seeds with heating treatment of the seed in stove at 70 °C during 5 hours obtained low response (5 %), while the heating treatment of the seed in water at 100 °C during 5 minutes, and control, did not present emergence.

Silveria and Overbeck (2013) reported that germination of *Sesbania virgate* increased after submitting seeds to temperatures of 60 and 80 °C during 5 minutes. Weerakon *et al.*, (1992) also affirmed that treatments with hot water (80 °C) have resulted beneficial to elevate the germination for this genre. Nevertheless, in this work, the treatment of boiling water during 5 minutes negatively affected the emergence of the seeds. Low percentages of emergence were due probably to the time the seeds were stored. The loss of capacity of germination for some seeds could be due to an aging process, which is accelerated after reaching its maximum physiological maturity.

Conclusions

Response to scarification depends on the species. In seeds of guamuchil, the best percentage of emergence was obtained with sulphuric acid, in

emergencia, este valor se alcanzó a los 11 días de establecido el experimento, aunque hubo respuesta a la emergencia desde el segundo día. La emergencia de sesbania con el tratamiento con ácido sulfúrico, con tiempo de inmersión de 30 minutos, generó una respuesta positiva, aunque solo alcanzó 35 % de emergencia. Las semillas con tratamiento de calentamiento de la semilla en estufa a 70 °C, durante 5 horas, tuvieron una respuesta baja (5 %), mientras el tratamiento de calentamiento de la semilla en agua a 100 °C durante 5 minutos y el testigo no presentó emergencia.

Silveira y Overbeck (2013) reportaron que la germinación de *Sesbania virgata* se incrementó después de someter las semillas a temperaturas de 60 y 80 °C durante 5 minutos. También Weerakon *et al.*, (1992) afirmaron que los tratamientos con agua caliente (80 °C), han resultado beneficiosos para elevar la germinación para este género. Sin embargo en este trabajo, el tratamiento de agua hirviendo por 5 minutos, afecto negativamente la emergencia de la semilla. Los bajos porcentajes de emergencia, se debieron quizás al tiempo que estuvieron guardadas las semillas. La pérdida de capacidad de germinación para algunas semillas puede deberse a un proceso de envejecimiento, el cual se acelera después de alcanzar su máxima madurez fisiológica.

Conclusiones

La respuesta a la escarificación depende de la especie. En semillas de guamúchil, el mejor porcentaje de

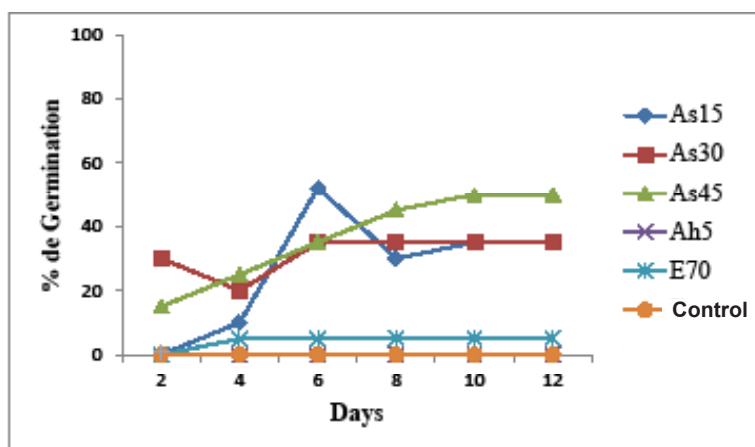


Figura 3. Germinación de *Sesbania* spp. con tratamientos pre-germinativos.

Figura 3. Germination of *Sesbania* spp. with pre-germinative treatments.

immersion of 45 and 30 minutes. However, in seeds of guaje, the best percentage of emergence was provoked with immersion in sulphuric acid during 15 minutes. Finally, in sesbania the three treatments of sulphuric acid were statistically equal amongst themselves and control.

Immersion treatment in boiling water during 5 minutes was prejudicial, since there was no emergence in any of the evaluated species. In addition, the heating treatment of the seed in stove (70 °C) during 5 hours, decreased the percentage of germination of seeds of guamuchil and guaje.

Treatments with sulphuric acid obtained the best emergence speed in the three evaluated species.

emergencia se obtuvo con ácido sulfúrico, en inmersión de 45 y 30 minutos. Sin embargo, en semillas de huaje el mejor porcentaje de emergencia se provocó con inmersión en ácido sulfúrico, durante 15 minutos. Finalmente, en sesbania, los tres tratamientos de ácido sulfúrico fueron estadísticamente iguales entre sí y diferentes al testigo.

El tratamiento de inmersión en agua en ebullición durante 5 minutos, fue perjudicial, ya que no hubo emergencia en ninguna de las especies evaluadas. Además el tratamiento de calentamiento de la semilla en estufa (70 °C) durante 5 horas, disminuyó el porcentaje de germinación de las semillas de guamúchil y huaje.

Los tratamientos con ácido sulfúrico obtuvieron la mayor velocidad de emergencia en las tres especies evaluadas.

References

- Alexander, J. and Sánchez, G. 2002. Efecto del tratamiento con agua caliente e imbibición sobre la germinación de semillas de *L. leucocephala*. *Revista Científica XII* (suplemento 2): 581-583. http://www.saber.ula.ve/revistacientifica/n12/pdfs/articulo_53.pdf
- Benitez-Bahena, Y., Bernal-Hernández, A., Cortés-Díaz, E., Vera Castillo, G. and Carrillo Anzures, F. 2010. Producción de forraje de guaje (*Leucaena* spp) asociado con zacate (*Brachiaria brizantha*) para ovejas en pastoreo. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 1(3): 397-411. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4164857>
- Cervantes, V., Carabias, J. and Vásquez-Yanes, C. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of Southern México. *Forest Ecology and Management* 82: 171-184. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/0378112795036717>
- Dias, D.C.F.S. 2005. Dormancia de semillas. *Seed News* [serie en internet]. 2005, IX (4): [aprox. 5 pp]. En: http://www.seed-news.inf.br/espanhol/seed94/print_artigo94_esp.html, última consulta: 29 de marzo de 2016.
- Hernández-Vargas, G., Sánchez-Velásquez, L.R. and Aragón, F. 2001. Tratamientos pregerminativos en cuatro especies arbóreas de uso forrajero de la selva baja caducifolia de la Sierra de Manantlán. *Revista Foresta Veracruzana* 3: 9-16. <http://www.redalyc.org/pdf/497/49730102.pdf>
- Hoang, D.T. and Brix, H. 2007. The influence of temperature, light, salinity and seed pre-treatment on the germination of *Sesbania sesban* seeds. *African Journal of Biotechnology* 6(19) 2231-2235. <http://www.academicjournals.org/journal/AJB/article-full-text-pdf/9A994146249>
- Kimura, E. and Islam, M.A. 2012. Seed scarification methods and their use in forage legumes. *Research Journal of Seed Science* 5(2): 38-50. <http://scialert.net/fulltext/?doi=rjss.2012.38.50&org=10>
- Madueño-Molina, A., García-Paredes, D., Martínez-Hernández, J., Rubio-Torres, C., Navarrete-Valencia, A. and Bojórquez-Serrano, I. 2006. Germinación de semilla de frijolillo *Rhynchosia minima* (L.) DC., luego de someterla a tratamientos pregerminativos. *Bioagro* 18(2): 101-105. http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-33612006000200004&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Menezes Silva, P.E., Felipe S, E., Menezes D, D., Marques-da S., E., and Oliveira S, J. 2011. Treatments to break dormancy in *Sesbania virgata* (Cav.) Pers seeds. *Idesia* 29(2): 39-45. <http://www.scielo.cl/pdf/idesia/v29n2/art05.pdf>
- National Academy of Sciences. 1979. Tropical legumes: Resources for the future. Washington, D.C. 33 pp. <https://www.abe-books.co.uk/book-search/title/tropical-legumes-resources-for-the-future/author/national-academy-of-sciences/>
- Ramírez, M., Suárez, H., Regino, M., Caraballo, B. and García, D.E. 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. <http://scielo.sld.cu/pdf/pyf/v35n1/pyf03112.pdf>

- Razz, R. and Clavero, T. 2003. Efecto de la escarificación, remojo y tiempos de almacenamiento sobre la germinación de *Pithecellobium dulce*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 20: 180-187. http://revfacagronluz.org.ve/PDF/octubre_diciembre2003/Ra403Indgeneral.pdf
- Razz, R. and Clavero, T. 1996. Métodos de escarificación en semillas de *Humboldtella ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)* 13: 73-77. [https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=M%C3%A9todos+de+escarificaci%C3%B3n+en+semillas+de+Humboldt+Ella+ferruginea+y+Leucaena+leucocephala.+Revista+de+la+Facultad+de+Agronom%C3%ADa+\(LUZ\)+13:+73-77](https://www.google.com.mx/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#q=M%C3%A9todos+de+escarificaci%C3%B3n+en+semillas+de+Humboldt+Ella+ferruginea+y+Leucaena+leucocephala.+Revista+de+la+Facultad+de+Agronom%C3%ADa+(LUZ)+13:+73-77)
- Sanabria, V.D., Silva-Acuña, R., Alfaro, C. and Oliveros, M. 1997. Escarificación térmica de semillas de accesiones de *Leucaena leucocephala*. *Zootécnia Tropical* 15: 67-80. <http://www.sidalc.net/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=CATALCO.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mn=062816>
- Silveira, F.S. and Overbeck, G.E. 2013. Effect of high temperature on germination of four legumes from a forest-grassland mosaic in Southern Brazil. *Biota Neotrópica* 13(2): 331-335. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S1676-06032013000200331&lng=pt&nrm=iso&tlng=en
- Tapia, A.M., Romero, A., Luque, A., Gervasoni, P., Aybar, S., Lobo-Furque, A., *et al.* 2014. Diferentes técnicas de escarificación en la germinación de semillas de *Sesbania punicea*. *Revista Agronómica del Noroeste Argentino* 34(2): 54-55.
- Weerakoon, W., Seneviratne, G. and Seneviratne, A.M. 1992. Flowering, seed production and germination of *Sesbania speciosa* used as green manure for lowland rice in Sri Lanka. *International Rice Research Newsletter* [serie en internet] 1992; 17(6): 21. En: <http://www.eurekamag.com/002/002384821.pdf>, última consulta: 9 de marzo de 2016.

Cite this paper/Como citar este artículo: García-Paredes, J.D., Rodríguez Navarro, L.E., Madueño-Molina, A., Hanan-Alipi, A.M., Bojórquez-Serrano, J.I. (2017). Effect of pregerminative treatments on *Pithecellobium dulce*, *Leucaena leucocephala* and *Sesbania* spp. *Revista Bio Ciencias* 4(3): 202-211. <http://editorial.uan.edu.mx/BIOCIENCIAS/article/view/237/269>

