

# EFECTO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS CON ÁCIDO SULFÚRICO (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) EN SEMILLAS DE *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.

## EFFECT OF SULFURIC ACID TREATMENT (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) ON SEEDS OF *Leucaena leucocephala* (LAM.) DE WIT.

Efrén Insuasty Santacruz<sup>1</sup>, William Ballesteros Possú<sup>2</sup>, German Chávez Jurado<sup>3</sup>, Andres I. Quintero Dias<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Profesor HC, Facultad de Ciencias Pecuarias y Facultad de Ciencias Agrícolas Universidad de Nariño, Estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias área de énfasis en Producción de Cultivos, Universidad de Nariño E-mail:efren319@gmail.com.

<sup>2</sup>Profesor TC, Programa de Ingeniería Agroforestal, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias área de énfasis en Producción de Cultivos, Universidad de Nariño.

<sup>3</sup>Profesor HC, Programa de Ingeniería Agronómica, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias área de énfasis en Producción de Cultivos, Universidad de Nariño.

<sup>4</sup>Estudiante de Maestría en Ciencias Agrarias área de énfasis en Producción de Cultivos, Universidad de Nariño.

### RESUMEN

Se evaluó el efecto de tratamientos pre-germinativos y las características morfológicas en semillas y plántulas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. las semillas se trataron con concentraciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de 50, 75 y 100 % e inmersión de las mismas por 5 y 10 minutos, cada tratamiento tuvo cuatro repeticiones de 100 semillas cada una. Cada cuatro días se registró el porcentaje de germinación (PG) y la tasa de germinación (TG) y a los 32 días el número de hojas (NH), altura de la plántula (AP), longitud de la raíz (LR), diámetro de la raíz (DR) y del tallo (DT). La germinación se inició al cuarto

día y fue constante a partir de los 20 días. Los tratamientos con H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> de 50 y 75% e inmersión durante 10 minutos fueron los mejores con 83,33% y 89,33% de germinación. La TG varió de 4,7 a 14,5 días. Se encontró correlación positiva (P<0,01) en AP, LR, DR, DT y NH, a excepción de DR con AP y LR. Los tratamientos pre-germinativos incrementaron la germinación en semillas de esta especie.

**Palabras clave:** germinación, plántulas, dormancia de semillas, escarificación, altura de planta.

### ABSTRACT

The effect of pre - germinative treatments and morphological characteristics of seeds and seedlings of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. were evaluated. The seeds were treated with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> concentrations of: 50 %, 75% and 100%, and immersing them for 5 and 10 minutes, each treatment had four replications with 100 seeds each one. Every four days, the germination percentage (GP) and germination rate (TG) were measured, and furthermore to 32 days the number of leaves (NH), seedling height (AP), roots length (LR), diameter the root (DR) and stem

(DT) too. Germination started on the fourth day and remained constant through 20 days. The treatments with H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50 and 75% and immersion for 10 minutes were the best with 83.33% and 89.33% germination. The TG ranged from 4.7 to 14.5 days. A positive correlation (P <0.01) in AP, LR, DR, DT and NH, with the exception of DR with AP and LR. The pretreatment increased the germination of seeds of *Leucaena*.

**key words:** germination, plants, seedling dormancy, scarification, plant's high *leucocephala*.

## INTRODUCCIÓN

La *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit es una de las leguminosas arbóreas más estudiadas como fuente alterna de alimentación bovina. Actualmente existe toda una tecnología desarrollada en países tropicales sobre establecimiento, manejo y uso de la especie. Numerosos autores reportan diferencias genéticas y ecotípicas (National Academy of Sciences. 1977), las referencias informan sobre adaptaciones a condiciones de clima y suelo y los reportes señalan mejoramientos no sólo sobre caracteres fenológicos, sino también sobre caracteres fisiológicos, tales como diferencias relativas a la calidad bromatológica y concentración de anti metabolitos tales como la mimosina, en la habilidad de adaptación a condiciones extremas de pH de suelo y requerimientos hídricos entre otros.

Uno de los principales problemas para el establecimiento de leguminosas forrajeras es la latencia de las semillas, la cual ha sido señalada como resultado de un exceso de inhibidores del crecimiento sobre las sustancias estimulantes, o por la presencia en la semilla de cutícula impermeable al agua y al oxígeno (Razz *et al.*, 1996), causando irregularidad en la germinación.

Se ha observado que la escarificación de las semillas disminuye su latencia y acelera la germinación de las mismas, independientemente del método utilizado (Corral *et al.*, 1990). Así, estos autores recomiendan esta técnica para el establecimiento de algunas leguminosas. La escarificación térmica es muy usada debido a su bajo costo y la facilidad de aplicación por parte del productor (Gonzales *et al.*, 1986).

*Leucaena sp.*, es valorada como una excelente fuente de proteína para el ganado, ya sea ramoneado o cosechado maduro o inmaduro, verde o seco. El valor nutritivo es igual a o superior a la alfalfa. La *Leucaena sp.*, ha ganado una reputación favorable en el manejo de suelos erosionados, conservación de agua, reforestación en programas de mejoramiento de suelos y es una tapa cobertura verde para los cultivos; sus hojas utilizadas como mulch en los cultivos, incrementan las cosechas significativamente. Posee el

poder de extraer selenio del suelo y concentrarlo en la semilla. Esto podría utilizarse para mejorar suelos con presencia de este elemento mineral (Duke, 1981a).

Las semillas tienen un 25% de goma (aspecto importante para realizar investigaciones), las cuales, luego de calentadas en agua, son utilizadas como collares; en otros sitios, las vainas jóvenes son consumidas como verdura y las semillas se utilizan como sustituto del café. A veces las semillas son consumidas como palomitas de maíz. La madera es dura y fuerte (densidad de 0.7), utilizada como carbón a leña, en algunos países para sombra permanente de cultivos como: pimienta negra, café, cacao, quinina y vainilla y para los setos vivos. En muchos lugares la mimosina se está usando como un depilatorio químico para esquilar las ovejas (Duke, 1981b).

La *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., pertenece a la familia Mimosaceae (Huberth *et al.*, 1998). Es originaria de México y se ha propagado por todos los trópicos del nuevo y viejo mundo, naturalizado en la mayor parte de los países tropicales. Es un árbol grande, que puede alcanzar hasta los 15 m de altura, aunque por lo general, no es más que un arbusto de 3 m o menos (Roig, 1974., Sánchez, 1996). Su capacidad de adaptación le permite desarrollarse desde el nivel del mar (Huberth *et al.*, 1998), en zonas donde ocurren precipitaciones de 760 mm; prefiere los suelos neutros con adecuado contenido de Ca y pH mayor a 5,5 aunque también se adapta a suelos arcillosos, pesados y salinos (Machado *et al.*, 1996). *Leucaena sp.*, Posee alto valor nutritivo, conformado por 25,9% de proteína cruda, 22,4% de proteína verdadera, 75,9% de digestibilidad de la materia orgánica, 2,4% de calcio, 0,23% de fósforo, entre otros (Razz *et al.*, 1996).

Adicionalmente, tiene buen rendimiento de materia seca y composición bromatológica aceptable. Esta leguminosa con 10 y 12 kg.ha<sup>-1</sup> de semillas ha logrado una producción que fluctúa entre 7 y 14 ton.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> sin riego y entre 12 y 19 ton.ha<sup>-1</sup>.año<sup>-1</sup> de materia seca con irrigación (Machado *et al.*, 1994). A pesar de estas bondades, la *Leucaena sp.*, presenta algunas

desventajas como establecimiento lento debido a la latencia de las semillas, causada por mayor cantidad de inhibidores del crecimiento respecto de las sustancias promotoras, o por la presencia de una cutícula impermeable al agua y al oxígeno, lo que causa variación en la germinación de estas especie (Zanabria *et al.*, 1997).

El método más común para propagar esta especie, es a través de semillas sexuales, llevadas directamente al campo. Este método es relativamente rápido y económico (Clavero, 1998), además permite obtener nuevos cultivares (variabilidad genética). Las plantas obtenidas presentan buen anclaje, son vigorosas y más longevas, entre otras características (Hartman *et al.*, 2000). Según (Machado *et al.*, 1978), la *Leucaena sp.*, produce gran cantidad de semillas en casi todos los climas donde se cultiva, con el inconveniente de que poseen porcentaje de germinación bajo (Faria *et al.*, 1996), debido al endurecimiento de la capa superficial (testa, tegmen o tegumento), que no permite la entrada de oxígeno, luz y agua para el crecimiento del embrión (Rodríguez *et al.*, 1985).

Ruiz *et al.* (1989), plantearon que la latencia en las semillas de estas leguminosas fue progresiva. La problemática para el establecimiento de la especie se ha convertido en uno de los principales motivos de la no adaptación de estas especies al sistema de producción animal (Clavero, 1998). Esta característica ha conducido a usar varios métodos de escarificación que ablanden o rompan las capas externas de las semillas, a fin

de lograr mayor porcentaje de germinación en la etapa de establecimiento (Machado *et al.*, 1978).

Investigaciones previas recomiendan diversos tratamientos para el reblandecimiento de las semillas, entre ellos: el uso de agua a 80°C por 2 min (Rodríguez *et al.*, 1985); el remojo de las semillas durante 24 horas a temperatura ambiente (Carrete *et al.*, 1984) y agua a 60°C por 10 min (Faria *et al.*, 1996), entre otros.

El tratamiento de imbibición de las semillas durante 30 min, es un método sencillo, práctico y económico, que puede ser utilizado para incrementar el porcentaje de germinación en diferentes especies (Clavero, 1998). En general, los tratamientos con agua caliente han sido los más favorables, resultando efectivos, fáciles de aplicar y seguros (Clavero, 1998). La escarificación a mano o con papel lija es un proceso que permite que el agua entre a la semilla, así como el intercambio gaseoso necesario para que inicie la germinación (Villalobos *et al.*, 1987). Adicionalmente, las semillas de *Leucaena sp.*, tratadas con ácido sulfúrico han incrementado la germinación de 22 a 83%, a medida que se aumentó la concentración del ácido (Duguma *et al.*, 1988), siendo el método de escarificación más eficiente; sin embargo, es un proceso con limitaciones prácticas (Clavero, 1998).

Con la presente investigación se determinó el comportamiento de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) sometidas a escarificación con ácido sulfúrico en diferentes concentraciones y tiempo de inmersión.

## MATERIALES Y MÉTODOS

La presente investigación se realizó bajo las condiciones del Laboratorio de Fisiología Vegetal de la Universidad de Nariño, sede Pasto, ubicado a una altitud de 2600 msnm, con una temperatura promedio de 14 °C, zona de vida bosque seco tropical. En el Laboratorio se registro una temperatura promedio de 20 °C.

### Material Vegetal

Las semillas se colectaron en el mes de marzo del año 2009, de un árbol ubicado en la ciu-

dad de Cali, Valle del Cauca, Colombia. Inicialmente se colectaron las vainas secas, próximas a la dehiscencia, de las cuales se obtuvieron las semillas; estas se secaron a temperatura ambiente, por un tiempo de 8 días; al final de este periodo se realizó una selección eliminando todas las semillas que presentaron deformidades, testa arrugada, coloración anormal, daños por insectos; las semillas fueron tamizadas para unificar su tamaño.

Las pruebas experimentales se establecieron utilizando un diseño Completamente al Azar en arreglo factorial con dos factores; el factor A correspondió a tres concentraciones de ácido sulfúrico y el factor B a diferentes tiempos de inmersión de las semillas, generando un modelo combinado de (3x2) y un tratamiento testigo sin ninguna aplicación; cada tratamiento con cuatro repeticiones representados por grupos de 100 semillas cada uno según normas ISTA (1999).

### Tratamientos

T0-Testigo: ninguna aplicación

T1 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50 % 10 min

T2 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 50 % 5 min

T3 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 75 % 10 min

T4 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 75% 5 min

T5 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 % 10 min

T6 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 100 % 5 min

Se utilizaron tratamientos pre-germinativos a base de ácido sulfúrico concentrado como tratamientos pre-germinativos de escarificación química, a diferentes concentraciones (50,75 y 100 % de concentración), durante 5 y 10 minutos de inmersión, para lo cual se utilizó la fórmula de dilución ( $C_1V_1=C_2V_2$ ) a partir de ácido sulfúrico concentrado, para un volumen de 100 ml para cada concentración, para evitar reacciones violentas y siguiendo las normas de bioseguridad que se requiere para este proceso.

Se colocaron las soluciones en vasos de precipitados de 250 ml debidamente marcados y rotulados, vertiendo posteriormente las semillas, según el tiempo de inmersión, calculado con la ayuda de un cronómetro. Posteriormente se procedió a eliminar el ácido sulfúrico y a realizar lavados con agua de grifo a presión hasta eliminar los residuos del ácido, dejando finalmente las semillas con agua del último lavado por 24 horas para someterlas al proceso de imbibición.

Previamente se realizó el conteo de cuatrocientas semillas (400), las que después de haber sido sometidas a los diferentes tratamientos fueron divididas en grupos de cien (100) semillas como correspondiente a las repeticiones. Se utilizaron bandejas de germinación metálicas, recubiertas con plástico

de polietileno calibre 8, sobre el cual se depositó el sustrato (arena negra de mina), la cual fue tamizada para tener uniformidad de tamaño de gránulos.

En cada bandeja (de 90 x 35 cm), se hizo divisiones correspondientes a los tratamientos y a las repeticiones y en las cuales se sembraron las semillas de *Leucaena* imbibidas, las cuales se taparon con una capa del mismo sustrato; posteriormente se procedió a humedecer, labor que se continuo durante todo el proceso. En forma paralela a la siembra en bandejas, se hizo siembra en cajones de madera, con el mismo sustrato pero de mayor profundidad, teniendo en cuenta que la raíz primaria de la especie es pivotante, lo cual sirvió para determinar vigor. Después de la siembra y a partir de los primeros 4 días, se realizó periódicamente cada cuatro (4) días, los conteos y evaluaciones respectivas. Las bandejas y cajones donde se realizó la siembra y se mantuvieron bajo condiciones de laboratorio a una temperatura promedio de 20°C.

Igualmente y teniendo en cuenta las respuestas de semillas a la inmersión y el tiempo planteado, se realizó en bandejas de germinación de vidrio, la siembra de semillas de *Leucaena* (cámara húmeda), debidamente rotuladas y tapadas, según tratamientos (5,6,7,8, y 9 minutos de inmersión en ácido sulfúrico al 100 %, 10 minutos al 75 % y 10 minutos al 50 %); la cámara húmeda consistió en colocar dos hojas de papel filtro humedecido en la base de la bandeja, sobre la cual se depositaron las semillas en posición tresbolillo y sobre esta capa dos hojas de papel filtro humedecido, procediendo a tapar con un vidrio cada bandeja.

Previamente, las bandejas se lavaron y desinfectaron con hipoclorito de sodio al 2.5 % y los riegos se hicieron diariamente según los requerimientos con un aspersor de gota fina. Según lo planteado anteriormente, se tuvieron en cuenta, para las evaluaciones experimentales, parámetros como:

Porcentaje de Germinación (PG)

Altura de Planta (AP)

Longitud de raíz (LR)

Numero de hojas (NH)

Diámetro de raíz (DR)

Diámetro de Tallo (DT)

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Porcentaje de germinación y emergencia

Las semillas de *Leucaena sp.*, a los 32 días de sembradas presentaron diferencias estadísticas significativas entre los diferentes tratamientos con  $H_2SO_4$  (Figura 1); los tratamientos que consistieron en colocar la semilla en concentraciones de 50 y 75% de  $H_2SO_4$  durante 10 minutos fueron los mejores (T1 y T3) por registrar 83,3% y el 89,33%, respectivamente. Este comportamiento se atribuye posiblemente a la permanencia de las semillas en bajas concentraciones por más tiempo, que permite que el ácido removiera la cubierta seminal (Cobbina *et al.*, 1990), ocasionando mayor ruptura de la testa, y un intercambio gaseoso necesarios para la germinación (Villalobos *et al.*, 1987) sin dañar las estructuras reproductivas, por ende mayor emergencia del embrión.

Estos resultados fueron semejantes a los indicados por Lulanda, (1981), quien logró incrementar la germinación en semillas de *Leucaena sp.*, al tratarlas con agua caliente a 90°C. González (1991) y Mendoza (1995), indicaron que el agua caliente permitió mayor velocidad de germinación y eliminó completamente la latencia en las semillas, empleando agua a 80°C por 5 min. Por otra parte, los resultados obtenidos fueron mayores a los reportados por Razz *et al.* (1996), quienes lograron un 54,48% de germinación cuando utilizaron inmersión en agua caliente por 30 min en *L. leucocephala* y *Humboldt iellaferruginea*; sin embargo, indicaron que el agua a ebullición por 5, 10 y 30 min ocasionó un efecto inhibitorio.

En la germinación de las semillas, Amador *et al.* (2004), obtuvieron valores entre 30,55 y 52,80 % de germinación, a los 30 días después de siembra, al sumergir las semillas en agua caliente (100°C) por un tiempo de tres segundos, tres veces.

Cuando las semillas fueron sometidas en  $H_2SO_4$  a 100% de concentración (T5) durante 10 minutos, las semillas perdieron totalmente la cubierta de protección dejando los cotiledones y los ejes embrionarios totalmente expuestos,

lo que ocasionó la muerte de la semilla. Por su parte, las semillas expuestas en  $H_2SO_4$  a 50% de concentración (T2) durante 5 minutos presentaron el porcentaje más bajo de germinación (2%).

Estos porcentajes bajos, pueden deberse a la alta impermeabilidad de la semilla, aunado a que la temperatura empleada (ambiente, 20°C) no fue suficiente para favorecer la imbibición de la semilla, romper la dureza de la cubierta y permitir la rápida salida del embrión. La emergencia aunque presentó valores más bajos que el porcentaje de germinación, mantuvo la misma tendencia, ya que las plantas germinadas continúan su crecimiento inicial, aunque pueden presentar diferencias en su desempeño (Figura 2).

### Tasa de germinación

La tasa de germinación o días promedios a la germinación en *Leucaena sp.*, varió de 4,7 a 14,5 días. La germinación fue del tipo epigea e inició a los 4 días después de la siembra, se observó que a partir de los 8 días, la exposición de las semillas en  $H_2SO_4$  a 50% y 75% (T1 y T3, respectivamente) durante 10 minutos, superaron al resto de los tratamientos hasta los 32 días (83,33 y 89,33%), respectivamente, tendiendo a ser constante desde los 20 días después de la siembra (Figura 3), superando al resto de los tratamientos.

Estos resultados son muy cercanos a los reportados por Yopez *et al.* (2006), cuando evaluaron el efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena sp.*, reportan que a partir de los 8 días, la exposición de las semillas durante 10 min en agua caliente a 80°C superó al resto de los tratamientos hasta los 32 días (91,5%), tendiendo a ser constante desde los 20 días después de la siembra.

El análisis de varianza indicó que hubo diferencias significativas ( $P < 0,05$ ) entre los tratamientos pre-germinativos para altura de planta (AP), longitud de la raíz (LR) y número de hojas (NH); aunque para el diámetro de la raíz (DR) y diámetro del tallo (DT) no se detectaron dife-

rencias ( $P > 0,05$ ) (Tabla 1). Los resultados mostraron que el remojo de las semillas en  $H_2SO_4$  a 75% por 10 minutos (T3) permitió alto porcentaje de germinación (88%) (Tabla. 1) y buen desarrollo de las plántulas. Este tratamiento presentó valores de AP de 11,1 cm, LR de 10,18 cm y NH de 4,2, estos resultados fueron iguales al  $H_2SO_4$  a 50% en AP (11,13cm), LR (10,9cm) y NH (4,6), en la variable número de hojas las variables diámetro excluyendo al testigo que no presentó germinación.

Las correlaciones entre la AP-LR ( $r = 0,23421$ ), AP-DT ( $r = 0,12668$ ), APNH ( $r = 0,38095$ ), LR-DT ( $r = 0,16063$ ), LR-NH ( $r = 0,37715$ ), DR-NH ( $r = 0,19406$ ) y DT-NH ( $r = 0,21532$ ) fueron positivas y altamente significativas ( $P < 0,01$ ), la de DR-DT ( $r = 0,08756$ ) positiva y significativa ( $P < 0,05$ ) y las demás correlaciones fueron no significativas entre ellas. Aún cuando hubo correlación positiva y significativa, los valores de correlación fueron bajos. En la AP, se observó que a medida que ésta se incrementaba, aumentaba significativamente la LR y viceversa, debido probablemente a que la raíz tiene que alcanzar nuevas zonas de absorción para proporcionar los nutrientes necesarios para el crecimiento de toda la planta (Lidorf *et al.*, 1999). Se tiene que en la relación raíz/tallo, la raíz constituye un órgano importante para el rebrote, además de su función de anclaje, dado a que suple el agua y los elementos minerales requeridos para este proceso. Por su parte, el vástago proporciona los productos fotosintéticos a las raíces y los ápices en crecimiento (Al-Rawahy *et al.*, 2003).

De la misma manera, hubo relación significativa entre el número de hojas con la LR y AP, dado que a mayor NH existirá mayor área de producción de foto asimilados, los cuales son responsables del crecimiento tanto en AP, LR o cualquier otro órgano de la planta. La relación significativa entre el DR y el DT, da muestra del crecimiento del sistema radical y su capacidad de absorción, debido a que a medida que este tenga mayor crecimiento de la raíz va a existir a su vez

incremento del vástago, para lograr un equilibrio morfológico, ya que el crecimiento de la planta depende tanto de los componentes aéreos como los subterráneos (Al-Rawahy *et al.*, 2003).

De igual manera, los resultados obtenidos fueron mayores a los reportados por D'Aubeterre *et al.* (2002), 19% de germinación cuando las semillas de *Prosopis juliflora* fueron escarificadas con ácido sulfúrico por 5 min., y no más de 5% de germinación al tratarlas con hidróxido de sodio y ácido clorhídrico por 5 y 10 min., y remojarlas con agua a temperatura ambiente durante 24 y 48 h. La baja germinación obtenida en cují, podría atribuirse a un posible efecto alelopático de las plántulas en desarrollo sobre las semillas, ya que se ha reportado que las plantas de *P. juliflora* poseen aleloquímicos que han inhibido la germinación y la dispersión de otras especies como *P. cineraria* (Al-Rawahy *et al.*, 2003).

Estos resultados coinciden con lo reportado por Razz *et al.* (1996), cuando trataron las semillas de *Leucaena sp.*, con ácido sulfúrico en donde se incrementó la germinación de 22 a 83%, a medida que se aumentó la concentración del ácido (Duguma *et al.*, 1988), siendo el método de escarificación más eficiente; sin embargo, es un proceso con limitaciones prácticas.

Cuando se observó el comportamiento diferencial de las dosis de  $H_2SO_4$ , se planteó hacer un ajuste de la dosis tomando como referencia el 100% de concentración y determinar la dosis con la cual se obtendría el mayor porcentaje de germinación (Figura 4); en esta se aprecia que las concentraciones de  $H_2SO_4$  al 100% durante 8,9 y 10 minutos, presentaron el mismo efecto que las concentraciones de  $H_2SO_4$  al 75% y 50% durante 10 minutos, por tanto la concentración más adecuada es la de  $H_2SO_4$  50% con 10 minutos de inmersión (T1). Con este resultado se determina que lo importante no es la concentración del  $H_2SO_4$ , si no el tiempo de permanencia de las semillas en la solución.

## RECOMENDACIONES

En la práctica, el objetivo más importante de un ensayo de semillas, en la determinación física y fi-

siológica, es proporcionar una estimación precisa de la capacidad de un determinado lote de semillas para

producir plantas vigorosas, sanas, resistentes y adecuadas para una plantación, lo cual requiere, de un equipo y condiciones de laboratorio especializados. Las normas y sistemas utilizados son regidos por las normas internacionales del ISTA (1999), normas que regulan el sistema para algunas especies forestales. Sin embargo, las especies nativas no están contempladas en las normas ISTA y menos aun en las normas del sistema americano, por lo que es necesario ajustar las normas a las especies nativas.

Es necesario realizar y analizar una serie de condiciones (tratamientos) para evaluar la calidad física, como las condiciones de periodo de luz, sustratos, temperatura, condiciones a campo abierto y en invernadero.

Se requiere realizar ensayos con rangos más estrechos en la concentración de ácido sulfúrico y en los tiempos de inmersión.

De igual forma realizar otras investigaciones de métodos pre-germinativos utilizando otros ácidos e hidróxidos con diferentes tiempos de inmersión.

Experimentar utilizando otras alternativas de germinación de semillas, como es el caso de la estratificación, la escarificación mecánica y fermentativa o través de la inducción a la germinación, con la aplicación de diferentes hormonas a diferentes concentraciones y tiempos de contacto o de inmersión.

## CONCLUSIONES

Los tratamientos pre germinativos incrementaron la germinación de semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit., cuando las semillas se sumergieron durante 10 min en ácido sulfúrico concentrado al 50% y al 75%, 83,33% y 89,33%, respectivamente (T1 y T3).

La germinación inició al cuarto día y se estabilizó a partir de los 20 días y la tasa de germinación se ubicó entre 12,82 y 14,88 días.

La exposición de las semillas de *Leucaena sp.*, durante 10 min en ácido sulfúrico 50% y 75% de concentración, mejoró considerablemente la germinación y el desarrollo de las plantas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amador, A; F. Xavier; H. Silva; H. Orlando e C. Guerra. 2004. Germinação de esencias florestais em substratos fertilizados com matéria orgânica. Revista de Biologia e Ciências da Terra. <http://www.ihendrix.br/biologia/revista/germinacao/>.pdf. 8 p.
- Argenti, P. y F. Espinoza. *Leucaena (Leucaena leucocephala)*. 1993. Maracay, Ven. FONAIAP-CENIAP. Instituto de Investigaciones Zootécnicas. 20 p.
- Arriojas, L. 1986. *Leucaena leucocephala* como Planta Forrajera. Rev. Fac. Agr. (Maracay), AL-CANCE 35 p.
- Carrete, F; J. Eguiarte y C. Rodríguez. 1984. Establecimiento de *Leucaena* en praderas de estrella de África, utilizando dos métodos de siembra. Tec. Pec. México 46:75-78.
- Clavero, T. 1998. Alternativas para la alimentación animal. *Leucaena leucocephala*. Fundación Polar. Centro de Transferencia y Tecnología en Pastos y Forrajes. La Universidad del Zulia. Caracas, Venezuela. 78 p.
- Corral, R; J.M. Pita and F. Perez. 1990. Sornaaspects o saadgarmination in tour spacias o *Cistus L.* Saad Sci. Tachn., 18:321-325.
- Cobbina, J; G. Kalawole and A. Attaran. 1990. *Leucaena* and *Gliricidia* seed viability and germination as influence by storage conditions. *Leucaena Research Reports* 11: 91.
- Cruz, M.S.D. and M. Takaky. 1983. Dormancy and germination of seeds of *Clorisorthonothon*. *Seed Sci. Techn.*, 11:323-329.
- Duguma, B; B. Kang and D. Okali. 1988. Factors affecting germination of *leucaena (Leucaena leucocephala)* (Lam.) de Wit) Seed. *Seed Sci. & Technol.* 16:489-500.
- Duke, J.A. 1981a. Handbook of legumes of world economic importance. Plenum Press. New York.
- Duke, J.A. 1981b. The gene revolution. Office of Technology Assessment, Background papers for innovative biological technologies for lesser developed countries. USGPO. Washington. 1:89-150
- Faria, J; A. García y B. Gonzáles. 1996. Nota técnica: métodos de escarificación para cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Rev. Fac. Agron.* 13:573-579
- Gonzales, M.A. y J.A. Ortega. 1986. Evaluación de métodos de siembra para el establecimiento de *leucaena (Leucaena leucocephala)*, en el sur de Tamaulipas (México). *Téc. Pec. México* 52:119-121.
- Gonzáles, Y. y F. Mendoza. 1991. Comportamiento de la germinación de *Teramus labiales* cv. semilla clara. II tratamientos antes de almacenar. *Pastos y Forrajes* 14:227-234.
- Gonzáles, Y. y F. Mendoza. 1995. Efecto del agua caliente en la germinación de *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes* 18:59-65.

- Hartman, H. y D. Kester. 2000. Propagación de plantas. Principios prácticos. 8ª edición. Editorial continental. México. 760 p.
- Huberth, O; R. Duno; R. Riina; F. Stauffer; L. Pappaterra; A. Jiménez; S. Llamozas y G. Orsini. 1998. Estado actual del conocimiento de la flora en Venezuela. Documentos técnicos de la estrategia nacional de diversidad biológica N° 1. Ministerio del ambiente y recursos naturales (MARN). Ediciones Tamandria. Caracas, Venezuela. 153 p.
- Lindorf, H; L. Parisca y P. Rodríguez. 1999. Botánica. Clasificación estructura reproducción. Universidad central de Venezuela. Ediciones de la Biblioteca. Segunda Edición. Caracas, Venezuela. 584 p.
- Lulanda, L. 1981. Seed viability, germination and pretreatment of *Leucaena leucocephala*. *Leucaena Research Report* 2:59-62.
- Machado, R y R. Roche. 1996. Variedades comerciales. *Leucaena leucocephala* cv. Cunningham. *Pastos y Forrajes* 19:72.
- Machado, R. y C. Núñez. 1994. Caracterización de variedades de *Leucaena leucocephala* para la producción de forraje. II variabilidad morfológica y rendimiento. *Pastos y Forrajes* 17:107-115.
- Machado, R; M. Milera; J. Menéndez y R. García. 1978. *Leucaena* (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pastos y Forrajes* 1:321-347.
- Martínez, M; L.E. Tergas y A.V. Méndez. 1990. Producción de forrajes y valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* en la región semiárida del sur de Puerto Rico. *Pasturas Tropicales*. 12:25-28.
- Razz, R. y T. Clavero. 1996. Métodos de escarificación en semillas de *Humboldtiella ferruginea* y *Leucaena leucocephala*. *Rev. Facultad de Agronomía. Universidad del Zulia (Venezuela)*, 13:73-77.
- Rarivoson, C; M. Scharamm y Ch. Samson. 1987 Scarifying seeds of green manure legumes. *International Rice Research Newsletter (Philippines)*. 12:47.
- Rodríguez, C; J. Eguiarte y F. Hernández. 1985. Evaluación de diferentes métodos prácticos de escarificación de semillas de *Leucaena leucocephala* Lam. En condiciones de trópico semiseco. *Tec. Pec. México* 48:24-29.
- Roig, J. 1974. Plantas medicinales aromáticas o venenosas de Cuba. Edición Ciencia y Tecnología. 25 p.
- Ruiz, T. y G. Febles. 1989. Estudio sobre almacenamiento de semillas y época de siembra de *Leucaena leucocephala* en Cuba. *Proc. Int. Gras. Cong., Nice*. 557 p.
- Sanabria, V. D. 1990. Informe Anual. Estación Experimental Monagas. Fondo Nacional de Investigaciones Agropecuarias. 30 p.
- Sánchez, M. 1996. Comportamiento y selección de leñosas perennes con potencial silvopastoril en el Magdalena Medio. *Especies forestales del valle*. CVC y Agencia Japonesa para la Cooperación Internacional JICA. Lerner Ltda. 340 p.

- Santos G.1990. Método de escarificación en *Desmodium ovalifolium*. Keller-Grein, G. Reunión de la Red Internacional de Evaluación de Pastos Tropicales. RIEPT Amazonia, 1, Lima, Perú.
- Singer, K.L. and W.D. Pitman. 1988. Germination requirements of a perennial *Alysicarpus vaginalis* accession. *Agronomy J.*, 80:962-966.
- Villalobos, E; J. Flores y A. Francesa. 1987. Un procedimiento para escarificar semillas de Kudzu (*Puerariaphaseoloides*). *Agronomía Costarricense* 11:251
- Zanabria, V; S. Acuña; C. Alfaro y M. Oliveros. 1997. Nota técnica. Escarificación térmica de semillas de accesiones de *Leucaena leucocephala*. *Zootecnia Tropical*. [www.ceniap.gov.ve/ztweeb/zt1\\_501/texto/leucaena.htm](http://www.ceniap.gov.ve/ztweeb/zt1_501/texto/leucaena.htm).

## TABLAS

Tabla. 1. Promedios de tratamientos en las variables morfológicas en plántulas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. a los 32 días después de la siembra (dds).

Tratamientos	Altura de planta (cm)	Longitud de raíz (cm)	Diámetro del tallo (mm)	Diámetro de raíz (mm)	Número de hojas
Testigo	7,6 <sup>b</sup>	7 <sup>c</sup>	9 <sup>a</sup>	7,2 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 50% 10 min	11,1 <sup>a</sup>	10,18 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	7,1 <sup>a</sup>	4,2 <sup>a</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 50% 5 min	8,3 <sup>ab</sup>	7,9 <sup>b</sup>	8,2 <sup>a</sup>	6,8 <sup>a</sup>	3,4 <sup>b</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 75% 10 min	11,3 <sup>a</sup>	10,9 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	4,6 <sup>a</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 75% 5 min	10,5 <sup>ab</sup>	7,8 <sup>b</sup>	8,1 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100% 10 min	0	0	0	0	0
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 100% 5 min	8,2 <sup>ab</sup>	10,3 <sup>ab</sup>	8,7 <sup>a</sup>	6,9 <sup>a</sup>	3,6 <sup>b</sup>

Medias con la misma letra no presentan diferencias estadísticas

## FIGURAS

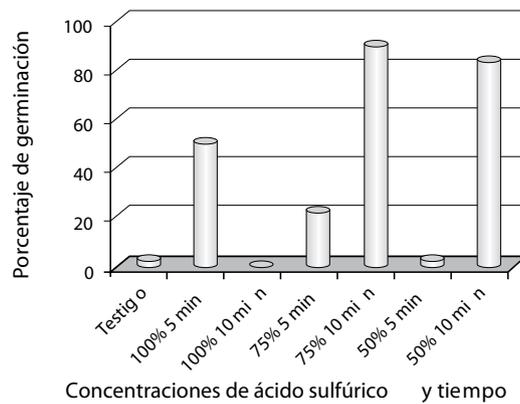


Figura 1. Porcentaje de germinación de semillas de *Leucaenasp.* Sometidas a diferentes concentraciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

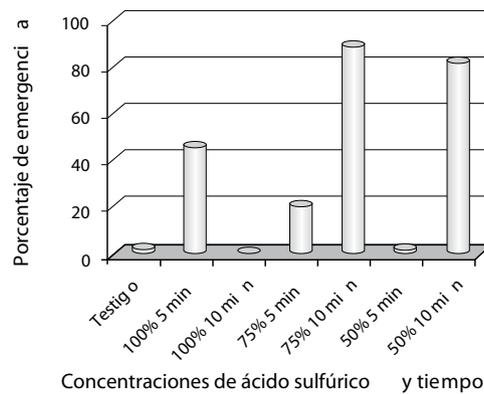


Figura 2. Porcentaje de emergencia de plántulas de *Leucaenasp.* Sometidas a diferentes concentraciones de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>.

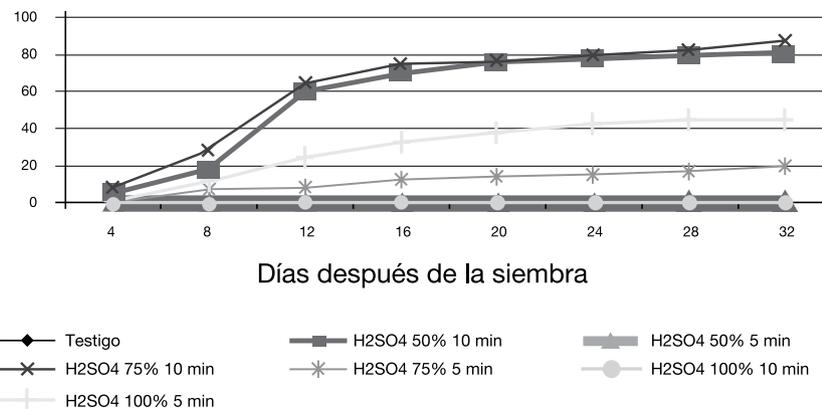


Figura 3. Comportamiento de las semillas de *Leucaenasp.* sometidas a escarificación con ácido sulfúrico.

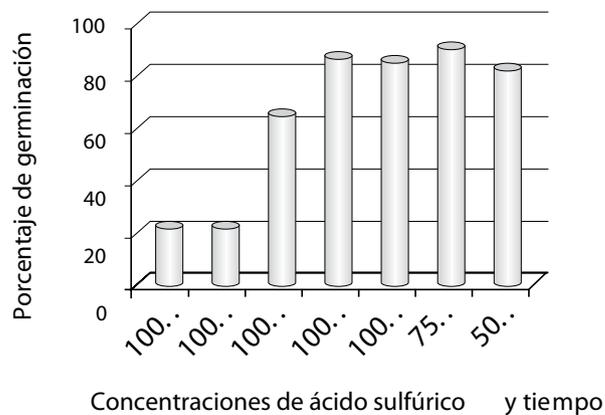


Figura 4. Ajuste de las dosis de ácido sulfúrico y tiempo de inmersión.