



EFICIENCIA DE LA ESCARIFICACIÓN EN SEMILLAS DE LEUCAENA (*Leucaena leucocephala*) POR INMERSIÓN EN DIFERENTES TRATAMIENTOS QUÍMICOS

SCARIFICATION EFFICIENCY IN LEUCAENA SEEDS (*Leucaena leucocephala*) BY IMMERSION IN
DIFFERENT CHEMICAL TREATMENTS

Angel Diosnel Villalba¹, Carlos Alberto Mongelos Barrios¹ y Ruth Esther Pistilli Fariña^{1*} 

¹ Universidad Nacional de Concepción, Facultad de Ciencias Agrarias, Concepción, Paraguay.

*Autor por correspondencia: ruthpistilliagro@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del experimento fue evaluar la eficiencia de la escarificación de semillas de leucaena (*Leucaena leucocephala*) por inmersión en diferentes tratamientos químicos. Esto se llevó a cabo en el laboratorio de Entomología y vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias, entre los meses de febrero y abril de 2018. El diseño experimental fue completamente al azar (DCA), en arreglo factorial 2x5; que consistieron de dos productos (H_2SO_4 y HCl) en 5 concentraciones (0%, 25%, 50%, 75% y 100%), con tres repeticiones, totalizando 30 unidades experimentales (UE); las semillas fueron inmersas en estas concentraciones por 10 minutos, donde el 0% corresponde al testigo, que permaneció sin escarificar. Las semillas fueron sembradas de a 2, en una distribución de 20 macetas por UE. La colecta de datos para las evaluaciones finales correspondientes al porcentaje de emergencia (PE), velocidad de emergencia (VE) e índice de velocidad de emergencia (IVE) se tomaron a diario hasta los 30 días posteriores a la siembra; la longitud de la parte aérea y radicular se midió a los 30 días después de la siembra. Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA), y donde se observaron efectos significativos, fueron comparados entre sí por el test de Tukey al 5% de probabilidad. Se concluye que, los mejores resultados obtenidos correspondieron a las concentraciones de Ácido Sulfúrico, afectando positivamente la emergencia, velocidad y desarrollo de plántulas.

Palabras clave: *Leucaena leucocephala*, escarificación, concentraciones.

ABSTRACT

The objective of the experiment was to evaluate the efficiency of scarification of leucaena (*Leucaena leucocephala*) seeds by immersion in different chemical treatments. This was carried out in the Entomology laboratory and nursery of the Faculty of Agricultural Sciences, between the months of February and April 2018. The experimental design was completely randomized (DCA), in 2x5 factorial arrangement; consisting of two products (H_2SO_4 and HCl) in 5 concentrations (0%, 25%, 50%, 50%, 75% and 100%), with three replications, totaling 30 experimental units (EU); the seeds were immersed in these concentrations for 10 minutes, where 0% corresponds to the control, which remained without scarification. The seeds were sown in pairs, in a distribution of 20 pots per EU. Data collection for the final evaluations corresponding to the percentage of emergence (PE), emergence velocity (VE) and emergence velocity index (IVE) were taken daily until 30 days after sowing; the length of the aerial and root part was measured 30 days after sowing. The results obtained were subjected to analysis of variance (ANAVA), and where significant effects were observed, they were compared with each other by Tukey's test at 5% probability. It was concluded that the best results obtained corresponded to the concentrations of sulfuric acid, positively affecting seedling emergence, speed and development.

Keywords: *Leucaena leucocephala*, scarification, concentrations.

INTRODUCCIÓN

La agroforestería es una alternativa eficaz para la regeneración y preservación de la flora y fauna, siendo una rama de la agricultura que integra el cultivo de pastos, hortalizas, frutales y otros cultivos en combinación con árboles. Esta práctica beneficia tanto al agricultor, al reducir los costos de insumos externos, como al ecosistema, al proporcionar espacios donde la biodiversidad puede coexistir con las actividades humanas (Miranda et al., 2016).

El mejoramiento del suelo en los sistemas agroforestales está relacionado con el crecimiento de árboles fijadores de nitrógeno o especies de raíces profundas. Estas especies incrementan la disponibilidad de nutrientes mediante la fijación biológica, el reciclaje de elementos desde capas profundas hacia la superficie del suelo y la acumulación de materia orgánica (Quinto, 2016).

En este contexto, Parrota (2000) destaca a *Leucaena leucocephala* como una especie multifuncional, utilizada para la producción de madera, leña, carbón y como cultivo asociado en sistemas agroforestales. Además, mejora las condiciones del suelo, y sus hojas y vainas pueden emplearse como forraje o abono orgánico, ofreciendo múltiples beneficios.

Sin embargo, como señala Narcia (2009), la *Leucaena* enfrenta problemas de latencia o dormancia exógena debido a la dureza e impermeabilidad de sus cubiertas seminales. Para superar esta limitación y garantizar una germinación rápida y uniforme, es necesario aplicar tratamientos como el uso de ácidos, agua a diferentes temperaturas o escarificación mecánica.

Es relevante considerar que la calidad fisiológica de las semillas de *Leucaena* suele ser baja, lo que afecta tanto su germinación como su vigor. La calidad de las semillas desempeña un papel crucial en la propagación de esta especie, siendo una unidad funcional que dará origen a nuevas plantas y constituye el insumo esencial para desarrollar una cadena de valor altamente competitiva (Narcia, 2009).

Con base en lo expuesto, el objetivo del experimento fue evaluar la eficiencia de la escarificación de semillas de *leucaena* (*Leucaena leucocephala*) por inmersión en diferentes tratamientos químicos (H_2SO_4 y HCl).

MATERIALES Y METODOS

El estudio se enmarca dentro del tipo experimental de carácter cuantitativo y cualitativo. El desarrollo del experimento se llevó a cabo en el Vivero de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Concepción, (Paraguay); localizado a la altura del km 2 de la ruta V Gral.

Bernardino Caballero, en las coordenadas: 23°24'31.1" S; 57°24'44.7" O; ejecutado en el periodo comprendido entre los meses febrero y abril del 2018.

El tipo climático de la zona se caracteriza por presentar una temperatura promedio de 26 y 14°C con máximas que pueden llegar hasta 45°C en estaciones de verano y mínimas de hasta 4°C en estaciones de invierno, con leves incidencias de heladas. La precipitación media anual es de 1.400 mm, según datos proveídos por la Dirección de Meteorología e Hidrología de la Dirección Nacional de Aeronáutica Civil.

El suelo existente en la región posee características que taxonómicamente pertenece al orden Alfisol, de textura franco arenosa y de fertilidad media a baja (López et al., 1995).

Se empleó el diseño experimental completamente al azar (DCA), dispuesto en arreglo factorial, (2x5) compuesto por 10 tratamientos y 3 repeticiones, totalizando 30 unidades experimentales (UE), donde cada UE estuvo constituida por 20 macetas de 15x18, totalizando 600 macetas. Los tratamientos fueron inmersiones durante 10 minutos para todos los casos, de dos productos químicos: ácido clorhídrico (HCl) y ácido sulfúrico (H_2SO_4) en concentraciones de: 0, 25, 50, 75 y 100%. Se utilizaron 120 semillas por tratamiento y 40 por UE, siendo las semillas previamente desinfectadas. El momento de la siembra fue el mismo día de la escarificación, unas horas después.

El experimento se inició con la colecta de semillas de *leucaena* del estrato medio de los árboles con más de tres años existentes en la parcela experimental, correspondiente al área de animales menores del Campus de la Facultad de Ciencias Agrarias, se colectaron aquellos frutos con características maduras. Posteriormente se procedió a la selección de semillas, descartando aquellas deformes, pequeñas, negruzcas, perforadas, enmohecidas y de alguna forma alteradas; dejando solo aquellas que presentaban una estructura morfológica deseable, homogeneizando de esta manera la población de semillas a utilizar (Tamaño, color, forma).

La carga de macetas se realizó en el vivero, siendo el sustrato utilizado estiércol bovino y arena gorda en una proporción de 2:1, ambas previamente zarandeadas. Una vez cargadas las macetas, se procedió a la escarificación de las semillas en el laboratorio de entomología, en las concentraciones de 0%, 25%, 50%, 75% y 100% de ambos ácidos, obtenidos a partir de una solución de 100 ml cada una, compuesta por agua destilada más la cantidad de producto requerido para cada proporción (25%: 25 ml ácido y 75 ml agua; 50%: 50 ml ácido y 50

ml agua; 75%: 75 ml ácido y 25 ml agua) siendo la concentración al 100% el producto puro. La escarificación fue realizada de forma separada, agrupadas por tratamientos en bandejas previamente identificadas. La siembra se realizó posterior a la escarificación, colocando 2 semillas en cada maceta, a una profundidad de 2/3 el tamaño de la semilla.

Los cuidados culturales como el control de malezas y riego, fueron realizados de forma manual una vez al día, durante todo el proceso del experimento. No fue necesario la aplicación de ningún producto químico para el control de plagas y enfermedades.

Las evaluaciones realizadas fueron las siguientes:

Porcentaje de emergencia de plántulas (PE): Esta determinación fue evaluada a los 30 días. Se contabilizó el total de plantas emergidas y se calculó el porcentaje de emergencia (% E) por cada uno de los tratamientos, aplicándose la siguiente fórmula: % E = (Total de plantas emergidas * 100) / total de plantas

Velocidad de emergencia (VE) e índice de velocidad de emergencia (IVE): Los datos de velocidad e índice de velocidad de emergencia de plántulas fueron calculados mediante las siguientes fórmulas:

$$VE = (N_1E_1 + N_2E_2 + \dots + N_nE_n) / E_1 + E_2 + \dots + E_n$$

$$IVE = (E_1 / N_1) + (E_2 / N_2) + \dots (E_n / N_n)$$

Donde:

VE= Velocidad de emergencia (DM: días medios).

E= Emergencias, E_1 ; E_2 ..., E_n = recuento de emergencias, del primero al último.

IVE= Índice de velocidad de emergencia (plantas/día).

N= Número de días a partir de la siembra desde el primer recuento (N_1) hasta el último recuento (N_n).

Longitud de la parte aérea (LA): Esta determinación fue evaluada en 6 plántulas tomadas al azar de cada tratamiento con sus repeticiones. Se empleó una regla centimetrada y se procedió a medir desde la última hoja hasta la inserción del tallo. Los resultados fueron expresados en centímetros (cm).

Longitud radicular (LR): Para esta determinación se usó una regla centimetrada, donde fueron tomadas las mismas 6 plántulas de cada tratamiento con sus repeticiones, se procedió a medir desde la inserción del tallo hasta la última raicilla. Los resultados fueron expresados en centímetros (cm).

Los resultados obtenidos fueron sometidos a análisis de varianza (ANAVA), y donde se observaron efectos significativos se realizó análisis de regresión.

RESULTADOS Y DISCUSIONES

Porcentaje de emergencia de plántulas (PE)

En la figura 1, se observa los resultados obtenidos para la determinación porcentaje de emergencia de plántulas (PE) sometidos al ANAVA. Se mostró que existe diferencia significativa entre un producto y otro, siendo ampliamente superior las emergencias logradas con las escarificaciones realizadas con el ácido sulfúrico (H_2SO_4), en todas las concentraciones, mostrando resultados superiores, muy por encima, las concentraciones de 50% (T_7) y 100% (T_{10}) para el ácido sulfúrico con un 93% de emergencia, seguida por la concentración al 25% (T_6) con un 91,6% de emergencias.

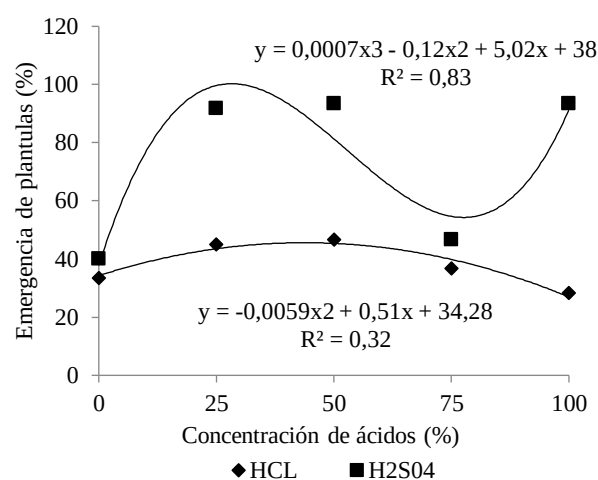


Figura 1. Análisis de regresión del porcentaje de emergencia de plántulas (PE) para ambos productos en las respectivas concentraciones utilizadas en la escarificación.

Un estudio realizado sobre la escarificación de distintas especies obtuvo como resultado que los tratamientos de escarificación química incrementaron el porcentaje y la velocidad de emergencia. El mejor porcentaje de germinación fue de más de 90%, este tratamiento utilizó Ácido sulfúrico al 98% durante 12 minutos (Tizado et al., 2013). Así también, son similares con lo reportado por Faría et al. (1996), en la *Leucaena leucocephala*, quienes en un experimento con diferentes tipos de escarificación lograron obtener primeramente el mayor porcentaje de emergencia con la utilización de papel lija por 15 minutos con 73,79% de PE, y seguidamente por la inmersión en H_2SO_4 concentrado por 10 minutos con 72,55% de PE. Varios estudios en escarificación de semillas en latencia han demostrado que la escarificación química obtuvo mejores resultados para incrementar el porcentaje de emergencia. El tratamiento más utilizado es inmersiones en ácido

Sulfúrico al 98% en distintos tiempos (D'Aubeterre, 2002).

Velocidad de Emergencia (VE)

En la figura 2, se observa los resultados obtenidos para la determinación velocidad de emergencia (VE) sometidos al ANAVA.

Se denota una emergencia anticipada para los tratamientos con ácido sulfúrico (H_2SO_4) a partir del 50% de concentración, estos tratamientos fueron los que presentaron una menor cantidad de días requeridos para la emergencia de plántulas; mientras que aquellas semillas testigo sin escarificar superaron los diez días en promedio para su emergencia. Aquellas plántulas provenientes de las semillas escarificadas con ácido clorhídrico (HCL) fueron las que más días medios necesitaron para emerger.

Esto es acorde a lo referido por Juárez (2014), quienes aseguran que, al aplicar tratamientos con ácidos, agua a temperaturas y escarificación mecánica, se elimina la impermeabilidad de la testa de la semilla, asegurando una germinación y emergencia más rápida.

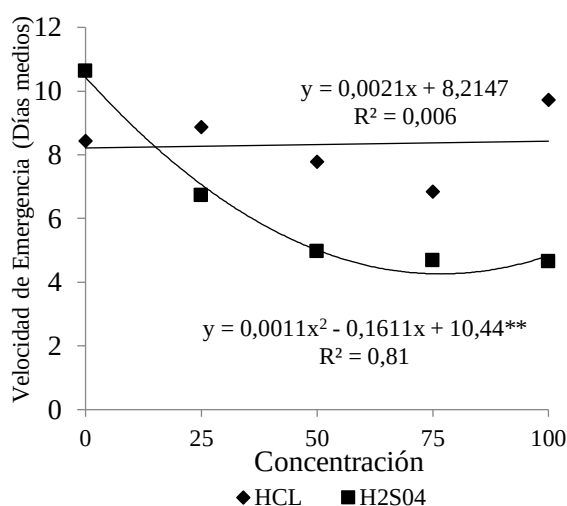


Figura 2. Análisis de regresión de los datos de emergencias de plántulas, correspondientes a las concentraciones de ambos productos.

Medina et al. (2007), afirmaron que para la leucaena fue necesario aplicar un tratamiento de escarificación, sumergiendo las semillas en agua caliente a 80°C por dos minutos, debido a la dureza de la cubierta de las semillas que la hacen impermeable al agua. Enseguida pudieron reafirmar que la emergencia de las plántulas se presentó a los 6 días, posteriormente a los 30 días obtuvieron un 95% de emergencia.

Sánchez y Ramírez-Villalobos (2006), trabajaron con tratamientos pre germinativos en semillas de leucaena en vivero, logrando incrementar la germinación en un 91,5% al

sumergirlas por un tiempo de 10 minutos en agua caliente a 80°C; ellos consideraron que este tratamiento es muy positivo; ya que las semillas empezaron a germinar al cuarto día, estabilizándose a los 20 días, con buen desarrollo de plántulas en cuanto a altura y raíz.

Índice de velocidad de emergencia (IVE)

En la figura 3, se observa el mismo patrón de superioridad, correspondiente a los tratamientos con ácido sulfúrico (H_2SO_4). Con más de 1 planta emergida al día en promedio. Con una ligera disminución en la concentración de 75%, para el H_2SO_4 (T_9), que podría deberse a las posibles semillas dañadas por la escarificación en esa concentración.

Con relación al ácido clorhídrico (HCL), no existió diferencia significativa del Índice de Velocidad de Emergencia, con 1 planta al día o menos.

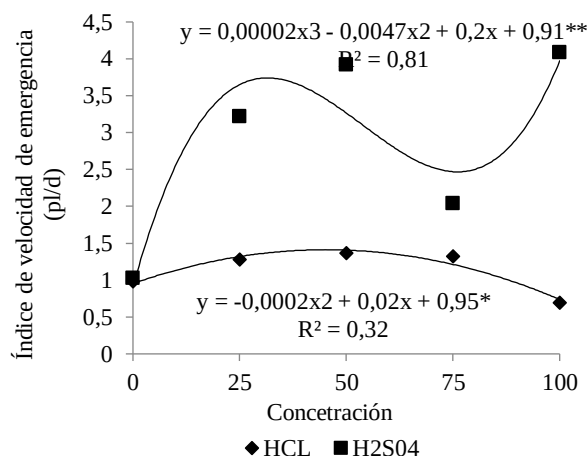


Figura 3. Análisis de regresión del Índice de Velocidad de Emergencias (IVE) obtenida del experimento para cada concentración de ambos productos. Expresado en plantas medias emergidas por día (pl/d).

Por tanto, los factores externos más importantes como la humedad, la temperatura y la aireación, son muy indispensables para que el embrión pueda obtener la energía necesaria en sus actividades metabólicas; y el efecto de las temperaturas alternas en el día y la noche, se verá reflejado en la germinación, emergencia, y fase de crecimiento de la plántula (Pérez y Martínez-Laborde, 1994).

Narcia (2009), quien logró obtener un incremento en el índice de velocidad de emergencia al aplicar un escarificado, al igual que con la combinación de concentraciones de 2% y 3% de ácido giberélico por 30 minutos en el pasto llanero (*Andropogon gayanus*), bajo condiciones de laboratorio.

Longitud de la parte aérea

En figura 4, se observan las longitudes medias de la parte aérea de las plantas normales emergidas de *Leucaena*, por producto y concentraciones, en ella se pueden distinguir claramente la superioridad de los tratamientos correspondientes a las escarificaciones con H_2SO_4 en concentraciones de 25% (T_7); 50% (T_8); y 100% (T_{10}) respectivamente, con una ligera reducción en el T_9 (75%). A los treinta días posteriores a la siembra; aquellas plantas emergidas de las semillas escarificadas con Ácido sulfúrico, en general, fueron las que presentaron mayor altura. Las mayores alturas se dieron para las plántulas obtenidas de las concentraciones de 50% y 100% respectivamente, correspondientes a las semillas escarificadas con ácido sulfúrico (H_2SO_4).

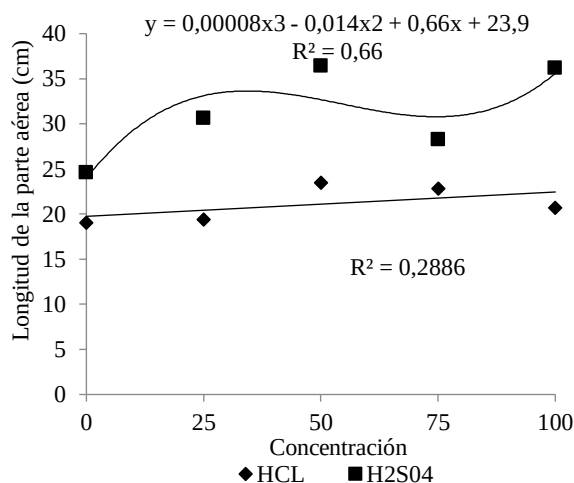


Figura 4. Análisis de regresión de los datos obtenidos de la medición de la parte aérea del experimento, por producto y concentraciones.

En cuanto la mejor altura registrada para el ácido clorhídrico (HCl); también corresponde a la concentración de 50% (T_3) con 23 cm de media, mientras que la concentración al 75% (T_4) con 22,8 cm y 100% (T_5) con 20,7 cm de media, al parecer el posible efecto inhibitorio que podría existir en el HCl; aumenta proporcionalmente a la concentración de dicho producto, a mayor concentración mayor efecto inhibitorio.

Pérez y Martínez-Laborde (1994), mencionan que las cubiertas seminales en algunas semillas, imponen una latencia, en la que interfiere con la captación del agua, y las capas de tejidos que rodean al embrión limitan el intercambio gaseoso de este con el exterior; así como la presencia de alguna capa mucilaginosa, lo que dificulta la entrada del oxígeno; la presencia de inhibidores internos o externos en la cubierta como el ácido abscísico y la restricción mecánica a la expansión

de la radícula; que en conjunto impiden la germinación, pero que con la escarificación en la testa, permitirá la emergencia.

CONCLUSIONES

Con base a las condiciones en las que se realizó el experimento, se concluye lo siguiente:

En cuanto a los productos utilizados en la escarificación de las semillas se determinó que el ácido sulfúrico (H_2SO_4) fue mejor, superior al ácido clorhídrico (HCl); logrando una emergencia uniforme y más del 50% en pocos días después de la siembra.

Así mismo, se determinó que el ácido clorhídrico en altas concentraciones podría causar un efecto inhibitorio en la semilla. Mencionando además que las concentraciones de este producto (HCl) mantuvieron los efectos en un 50% por debajo del ácido sulfúrico, aun así, superior a las semillas sin escarificar. Excepto la concentración al 100% de este producto con márgenes inferiores.

En lo referente al desarrollo de los plantines de *leucaena* emergidos, se concluye que la mejor concentración a utilizar para la escarificación correspondió al ácido sulfúrico al 50%; logrando el mejor efecto en la parte aérea. Las demás concentraciones correspondientes al ácido clorhídrico fueron inferiores, al igual que las semillas testigo.

En la parte radicular, en todas las concentraciones de ambos productos se observó una media de longitud bastante similar, donde no hubo diferencias significativas; aunque en muchos casos se observó una relación raíz-parte aérea superior, esto se pudo deber a que se recurrió a un desarrollo radicular precoz, alterando la fisiología del organismo, y así mismo de las necesidades hídricas crecientes de las plántulas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- D'Aubeterre, R., Principal, J., & García, J. (2010). Efecto de diferentes métodos de escarificación sobre la germinación de tres especies del género *Prosopis*. *Revista Científica*, 12. <https://produccioncientificaluz.org/index.php/cientifica/article/download/14933/14910/>
- Faría, J., García-Aguilar, L., & González, B. (1996). Nota técnica: Métodos de escarificación de cuatro leguminosas forrajeras tropicales. *Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)*, 13, 573–579.
- Juárez, D. A. (2014). *Eliminación de latencia en semilla de cortadillo (Nolina cespitifera Trel.), bajo condiciones de laboratorio e*

- invernadero, utilizando tratamientos físicos, químicos y mecánicos [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro]. <https://repositorio.uaaan.mx/handle/123456789/7491>
- López, O., González, E., De Llamas, P., Molinas, A., Franco, E., García, S., & Ríos, E. (1995). *Mapa de reconocimiento de suelos de la Región Oriental del Paraguay* (Escala 1:500.000). MAG/Banco Mundial/Gobierno del Japón/Servicio Geodésico Interamericano.
- Medina, M. G., García, D. E., Clavero, T., & Iglesias, J. M. (2007). Estudio comparativo de *Moringa oleifera* y *Leucaena leucocephala* durante la germinación y la etapa inicial de crecimiento. *Zootecnia Tropical*, 25(2), 83–93. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0798-72692007000200004&script=sci_arttext
- Miranda, M. L. R., Santacruz, A. M., & Cueva, G. A. G. (2016). Sistemas agroforestales con especies de importancia maderable y no maderable, en el trópico seco de México. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 20(2), 53–72.
- Narcia, V. M. (2009). *Técnicas de escarificación en semillas de guaje (Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit), para aumentar la capacidad germinativa* [Tesis de maestría, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro].
- Parrotta, J. A. (1992). *Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit. Leucaena, tantan*. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2977.0327>
- Pérez, G. F., & Martínez-Laborde, J. B. (1994). *Introducción a la fisiología vegetal* (1ª ed., pp. 155–180). Editorial Mundi-Prensa.
- Quinto, C. C. E. (2016). *Propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo bajo la influencia de tres sistemas de uso de la tierra en el distrito José Crespo y Castillo, Leoncio Prado* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria de la Selva].
- Sánchez, P. Y., & Ramírez-Villalobos, M. (2006). Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 23(3), 257–272. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-78182006000300001
- Tizado, C., Him de Freitas, Y., Díaz, J., Torrealba, E., & Rodríguez, Z. (2013). Evaluación de tratamientos pregerminativos para estimular la emergencia en cuatro especies forrajeras arbóreas. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*, 28(1). <https://produccioncientificaluz.org/index.php/agronomia/article/view/27025>