

EFFECTO DE TRATAMIENTOS PREGERMINATIVOS EN DIFERENTES SUSTRATOS PARA SEMILLAS DE *Tephrosia sinapou* (Buc'hoz) A.Chev

SEMILLERO ESPECIES FORESTALES PROMISORIAS
PROYECTO CURRICULAR INGENIERÍA FORESTAL

Autores (es): María Camila Pabón Sarmiento mcpabons@correo.udistrital.edu.co
Cindy Lorena Romero Barco clromerob@correo.udistrital.edu.co
Ana María Cubillos Liévano amcubillosl@correo.udistrital.edu.co

Docente asesor: Niria Pastora Bonza Pérez

RESUMEN

Tephrosia sinapou (Buc'hoz) A.Chev es una especie nativa con amplios saberes culturales en cuanto a usos y transformación para productos insecticidas y plaguicidas, esta especie es pionera en procesos de regeneración del bosque seco por lo cual es importante generar un aporte al protocolo de su propagación a partir de métodos y técnicas sencillas y efectivas en vivero, en este caso se determinó el porcentaje de emergencia (PE) y tiempo de emergencia (TE) bajo el efecto de cuatro tratamientos pregerminativos: Escarificación mecánica (punción de la testa), escarificación térmica (choque térmico en agua caliente), Imbibición a temperatura ambiente y testigo, en función de tres sustratos: (a) Tierra negra, (b) Arena de

río y (c) lombricompostaje, cada tratamiento tuvo 3 repeticiones con 9 semillas cada uno; los resultados obtenidos muestran un mayor (PE) para el tratamiento de escarificación mecánica los valores más altos fueron (a) 85,1%, (b)70,3% y (c) 100% , mientras que los valores más bajos 48,1% se encontraron en el sustrato arenoso, así mismo se presentó el TE, en el bloque (a) tierra negra como mejor sustrato para la emergencia, con menores tiempos en comparación con el bloque (b) arena, que presentó tiempos largos, en conclusión la especie *T. sinapou* presenta gran potencial para procesos de restauración.

PALABRAS CLAVES

Porcentaje de emergencia, *Tephrosia sinapou*, tiempo de emergencia, tratamientos pregerminativos.

INTRODUCCIÓN

Tephrosia sinapou pertenece a la familia LEGUMINOSAE, para la especie los estudios realizados con mayor frecuencia se basan en composiciones fitoquímicas dentro de algunas estructuras vegetativas para usos en plaguicidas e insecticidas (Vasconcelos *et al*, 2009).

La propagación por semillas de una especie con potencial de restauración depende de la búsqueda de medios y técnicas para interrumpir la quiescencia que puede sufrir la semilla en el medio, por lo que el establecimiento en diferentes sustratos y la aplicación de tratamientos prergerminativos, provee las condiciones necesarias para que la semilla se desarrolle y produzca una plántula.

Según Figueroa y Galeano (2007) la familia más representativa de estas zonas es la Leguminosae, por esto es indispensable la creación de nuevos sistemas de propagación que garanticen la conservación de estos ecosistemas con sus especies nativas; en las últimas décadas se ha potencializado el proceso de pérdida de co-

bertura vegetal en bosque seco, zona de vida de la especie, a nivel nacional y mundial, con una disminución paulatina de vegetación y fauna por disturbios antrópicos, que principalmente ha generado un alta incidencia en la pérdida de especies maderables valiosas promoviendo a un estado vulnerable, por lo que es necesario la implementación de estrategias de conservación de estas especies (Scolozzi *et al.*, 2012)

Los proyectos de reforestación en bosques secos se encuentran encaminados a procesos pasivos o activos para restablecer comunidades vegetales, con el fin de contrarrestar los efectos de las actividades agrícolas y ganaderas realizadas en estas zonas (Aide *et al.*, 2013).

Actualmente se están ejecutando programas de experimentación en protocolos de propagación con el fin de aumentar el banco de plántulas en zonas deforestadas, para una posterior regeneración natural.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar tres diferentes sustratos conminado

con tres tratamientos pregerminativos en el porcentaje y tiempo de emergencia de la radícula y semillas de *Tephrosia sinapou*.

MÉTODOS

El experimento se realizó en la ciudad de Bogotá en el invernadero y laboratorio de silvicultura de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Facultad del Medio Ambiente y de los Recursos Naturales.

Se recolectó en agosto de 2017 de 2 individuos de la especie localizados en el Parque de Venecia, entre las coordenadas 4°35'31.2" N, 74°08'25,6 W y en los alrededores del Jardín Botánico José Celestino Mutis de Bogotá en las coordenadas 4° 40' 4.37" N, 74° 5' 59.2" W (Bogotá, Colombia).

Diseño experimental

Se realizó un diseño por bloques completamente al azar con cuatro tratamientos pregerminativos y tres repeticiones cada uno, 9 semillas por repetición, para un total de 108 semillas por bloque, y 324 semillas para todo el experimen-

to. Los tratamientos empleados fueron T1= escarificación mecánica mediante punzón; T2= imbibición durante 18 horas; T3= choque térmico durante 3 minutos en una temperatura entre los 55° - 53°C; T4= testigo. Con tres sustratos: B1= Tierra negra; B2= Arena de río - tierra negra (80:20); B3= lombricompostaje, se evaluó porcentaje y tiempo de emergencia durante 22 días, y la evaluación de plántulas durante 30 días.

Porcentaje y tiempo de emergencia

Se realizó el cálculo por tratamiento (PE) y (TE) teniendo en cuenta las siguientes fórmulas:

$$PE\% = \frac{N^{\circ} \text{ DE SEMILLAS EMERGIDAS} * 100}{N^{\circ} \text{ TOTAL DE SEMILLAS}}$$

$$TE\% = \frac{\sum N^{\circ} \text{ DE SEMILLAS EMERGIDAS EN EL DIA} * 100}{\text{TIEMPO DE EMERGENCIA (DIAS TRANSCURRIDOS)}}$$

Descripción morfológica de la semilla

Se realizó a 25 semillas siguiendo la terminología y morfología usada por (Niembro, 1988).

Análisis de datos

Se realizó la prueba de Shapiro- Wilk para determinar la normalidad de los datos, posteriormente se realizó un (ANOVA), con el fin de comparar el efecto de los tratamientos pregerminativos y los sustratos, como también la prueba de Fisher y Duncan para la relación de variables, con ayuda de la librería Rcmdr del software R, versión 3.2.1 (Fox *et al.*,2017)

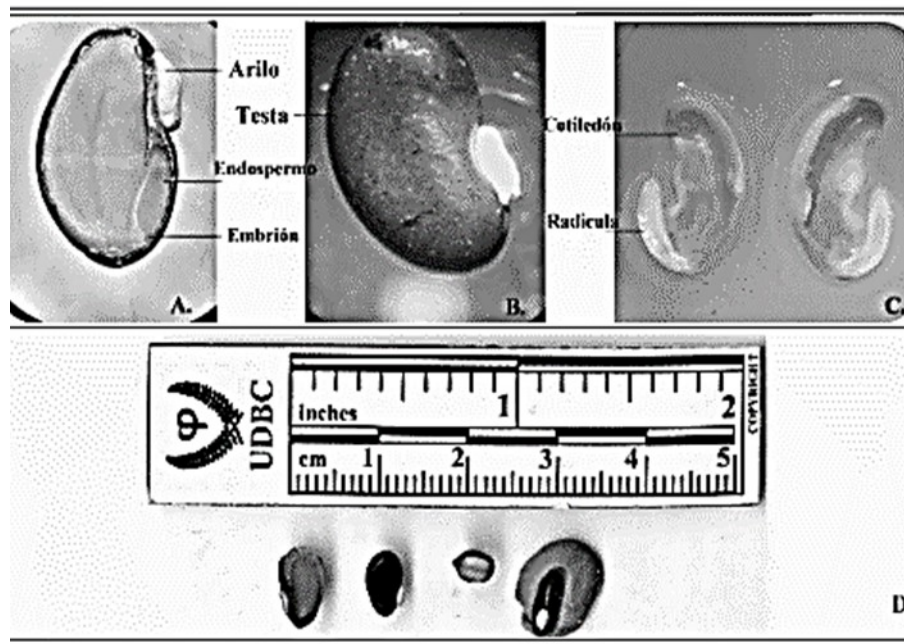
RESULTADOS

Descripción morfológica de la semilla

Según la guía de semillas de árboles y arbustos de (Niembro,1988), la semilla de *Tephrosia sinapou*, posee fruto en legumbre de color dorado y tomentosa, las semillas presentan un tamaño mediano entre 5 a 10 mm, arilo blan-

co, fibroso y margen fimbriado, cubriendo menos de la mitad de la semilla, originado del micrópilo; la testa es negra, lustrosa, lisa, sin pleurograma, presentan hilo conspicuo lateral y forma lineal, micrópilo conspicuo y puntiforme, perispermo entre la cubierta y el embrión, es basal lateral, abundante, fari-náceo y blanquecino; en cuanto al endospermo, es lateral al embrión con consistencia carnosa, y amarillento; posee dos cotiledones, de igual tamaño, connados completamente, con vernación acumbente, ovados, lisos, enteros, ápice redondeado, y base obtusa; la radícula es basal, lisa y se encuentra dirigida hacia el micrópilo.

Figura 1 descripción de partes de la semilla de *T.sinapou*: A. corte longitudinal de la semilla, B. Semilla C. Corte transversal vista de los cotiledones D. Posición y tamaño de la semilla



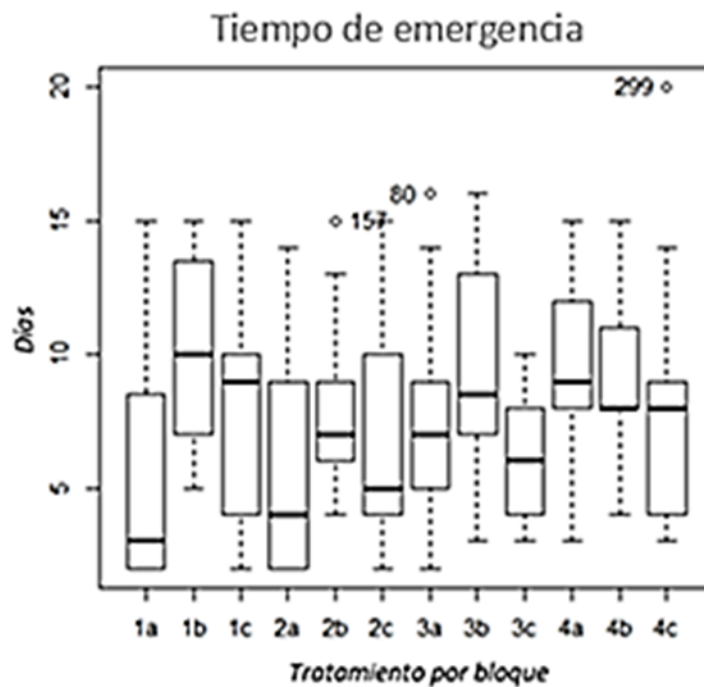
TIEMPO Y PORCENTAJE DE EMERGENCIA

Tabla 1: resultados para la especie *Tephrosia sinapou* tiempo de emergencia (TEM) y porcentaje de emergencia (%EM), para 4 tratamientos pregerminativos en 3 tipos de sustrato.

Bloque	Tratamiento	TEM (DIAS)	%EM
Tierra negra	Mecánica (Punzada)	5,7 *	85,1
	Temperatura (Choque térmico)	7,3 Ns	74,07
	Imbibición	5,7 Ns	81,4
	testigo	9,2 Ns	72,9
Arena de río	Mecánica (Punzada)	9,9 Ns	70,3
	Temperatura (Choque térmico)	9,7 Ns	59,2
	Imbibición	8,5 Ns	48,1
	testigo	8,7 Ns	48,1
Lombricompostaje	Mecánica (Punzada)	7,5 Ns	100
	Temperatura (Choque térmico)	6 Ns	74,1
	Imbibición	7,2 Ns	81,4
	testigo	8,2 Ns	88,8
ANOVA	Bloque	0,000672***	0,000108***
	Tratamiento	0,0738-	0,0424*
	Bloque:tratamiento	0,11	0,5
TEST DE FISHER			
tratamiento	Punzada	8,722 ab	86,20 a
	Imbibición	7,637 a	70,37 b
	Choque térmico	7,517 ab	69,15 b
	Testigo	6,824 b	66,66 b
Bloque	Tierra negra	7,217 b	75,95 a
	Arena de río	9,184 a	56,48 b
	lombricompostaje	6,990 b	86,12 a

En el análisis de varianza ANOVA para porcentaje de emergencia se encontraron diferencias significativas entre tratamientos con un $p=0,0424$, el tratamientos pregerminativo con mayor PE fue la escarificación mecánica con un 100% para sustrato de lombricomposta, 70,3% para arena de río y 85,1% tierra negra (Tabla 1). Entre bloques se evidenció diferencias significativas con un $p=0,000108$, mientras que en el test de Fisher se determinó que el lombricompostaje es el tratamiento más incidente en el PE.

Figura 3 relación de bloques y tratamientos para tiempo de emergencia de *Tephrosia sinapou* (Buc'hoz) A. Chev en 4 diferentes tratamientos (1. Punzada; 2. Imbibición; 3. temperatura, 4. testigo) en 3 bloque diferentes ("a" (Tierra -negra), b" (Arena de río), "c"(Lombricompostaje)) realizado en la UDFJC



El análisis estadístico de los datos (ANOVA) realizado para tiempo de emergencia (TE) ratifica que existen diferencias significativas entre los tratamientos con un ($p=0,0738$), donde se obtuvo en promedio 5,7 días correspondientes a escarificación con punzada e imbibición para tierra negra, en arena de río el menor tiempo corresponde a imbibición con 8,5 días, y para lombricomposta corresponden 6 días (tabla 1).

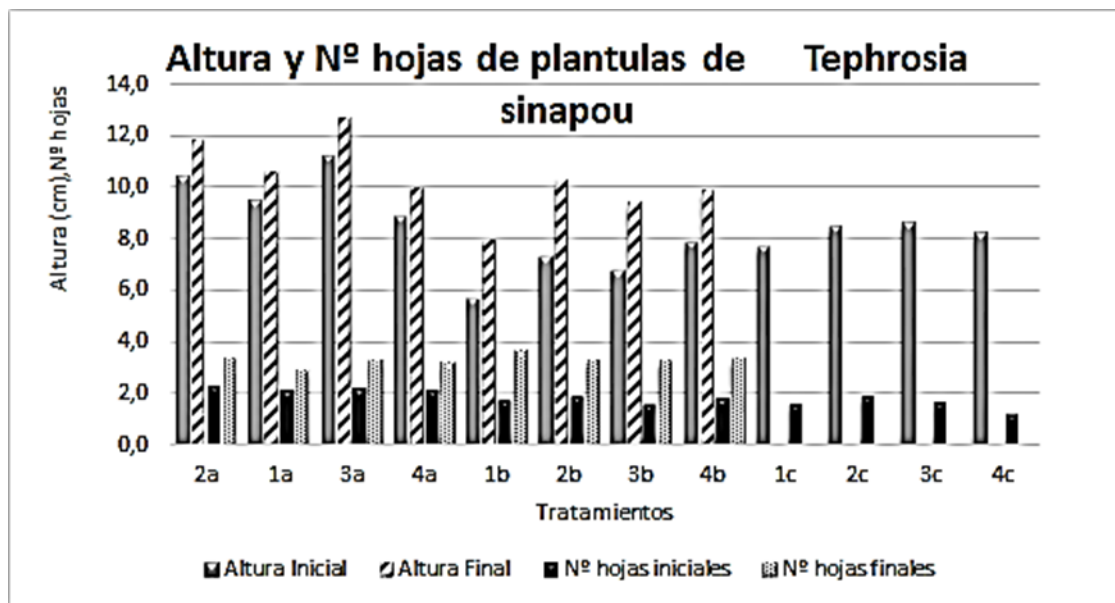
mientos evidencian diferencias significativas de punzada y choque térmico respecto a imbibición y testigo (tabla 1).

En cuanto a los bloques, la arena de río presenta diferencias significativas con respecto a la tierra negra y el lombricompostaje. En general, la tierra negra presenta un tiempo de emergencia menor y el testigo presentó mayor cantidad de días para irrumpir el estado de latencia.

Los resultados del test de Fisher para los trata-

Desarrollo de plántulas

Figura 4 relación de bloques y tratamientos para altura y número de hojas en plántulas de *Tephrosia sinapou* (Buc'hoz) A. Chev medido en dos tiempos con un lapso de 1 mes (Octubre - Noviembre 2017) para 4 diferentes tratamientos (1. Punzada; 2. imbibición; 3.temperatura, 4. testigo) en 3 bloque diferentes (“a” (Tierra -negra), “b” (Arena de río), “c” (Lombricompostaje)) realizado en la UDFJC



La relación entre sustratos y tratamientos incide en el crecimiento vertical evidenciando un aumento en la altura final en tierra negra, sometidas a choque térmico, seguidas para el mismo sustrato, por imbibición y punzada (figura 4).

Para las plántulas provenientes del lombricompostaje no existen valores de altura final debido a la pudrición del material.

DISCUSIÓN

Las características morfológicas como testa delgada y posición lateral del micrópilo permiten la absorción de humedad reblandeciendo la testa para interrumpir el estado de latencia de la semilla (Benito *et al.*, 2000), concordando con el patrón escrito para leguminosas de (Lovey *et al.*, 2010), diferenciándose por la ausencia de pleurograma en la semilla de *Tephrosia*.

Contrastando con (Maddaloni & Ferrari, 2005), la leguminosas usualmente sufren ruptura de testa mediante imbibición, que en comparación con las semillas estudiadas no es un

mecanismo eficiente para la liberación de la radícula; puesto que este se activa con mayor rapidez por la punción en la sección basal, que permite la ganancia de humedad para impulsar la actividad embrionaria, demandando nutrientes del endospermo y perispermo, acelerando la germinación y crecimiento de la radícula y plúmula (Vieyra *et al.*, 2008).

De acuerdo con López *et al.* (2010) las semillas de Leguminosae presentan un mejor rendimiento en germinación y emergencia con escarificación mecánica seguido de la inmersión en agua. Se puede inferir según Hartman & Kester (1994) que la testa presenta un papel determinante en la germinación, manteniendo el estado de quiescencia en su totalidad antes de realizar un estímulo de absorción. Como también es afirmado por Belloso & Mazariego (2013) en los cuales con los métodos de escarificación mecánica son superiores que los métodos de escarificación física, para la germinación de especies de Leguminosae.

Por otra parte, al comparar con otros estudios, para especies de la familia se obtuvo que el (PE) con escarificación mecánica es menor a escarificaciones físicas o químicas, lo que se le atribuye a factores genéticos y fisiológicos de las plantas en respuesta a la incidencia ambiental como explica (Minchala *et al.*, 2014)

Según la (tabla 1) se obtuvo diferencias significativas para el (TE) en los tratamientos de punzada e imbibición, lo que le es atribuido a la superficie lisa y suave de la testa; que obstruye el ingreso de agua al interior de la semilla (Teixeira *et al.*, 2012); una posible causa de que las semillas puedan emerger más rápido es la latencia forzada a la que se somete la testa, como en el caso de la especie *T. falciformis* que permanece impermeable incluso después de 24 horas en imbibición, por ello es factible realizar choque térmico como otra opción para impulsar la ruptura de la testa, además se le atribuye a algunas de las semillas de Fabaceae contenidos de inhibidores para su germinación (Nagarajan & Mertia, 2001).

Para el (TE) no se encontró una diferencia significativa entre las testigo y las sometidas a choque térmico; según Soto (1996) la temperatura entre 18° y 60° C no genera un efecto sobre la latencia, hasta una temperatura de 80° en semillas de *Cassia tomentosa* y 93°C en *C. xiphoidea* que género una emergencia del 50% correspondiente. El (TE) tiene un comportamiento muy similar al (PG) como lo afirman Sánchez & Muñoz (2003), quienes encontraron una relación positiva entre el (PE) y el (TE) para la especie *C. spectabilis*, concluyendo que la velocidad de emergencia se relaciona con el desarrollo de las plántulas demostrado con la primera medición de altura y número de hojas menos desarrolladas en el bloque (b), mientras que las más adaptadas se encontraban en el bloque (a).

Según (Harper, 1977; Venier *et al.*, 2010) definen que el establecimiento de una planta es uno de los momentos más críticos para su desarrollo y supervivencia; y como evidencia se obtuvo 0% de permanencia de las plántulas del sustrato de lombricompostaje,

para la arena de río de 86,8% y para la tierra negra de 89,3% donde las condiciones de riego fueron igual para todas, lo que explica que el porcentaje de mortalidad en el sustrato de lombricomposta se debe a que presenta menor espacio poroso total y alta capacidad de absorción de agua, como lo nombran (Ortega *et al.*, 2010); sin embargo, ellos obtuvieron una respuesta favorable a este sustrato ya que el agua retenida por éste es baja, queriendo decir que se caracteriza por tener buen drenaje. No obstante (Nagarajan & Mertia, 2001) afirma que el lombricompostaje posee un alto contenido de sales y por ello se vio un déficit en el crecimiento y alto porcentaje de mortalidad de las plántulas, debido a la poca aireación en las bolsas de trasplante aumentando la retención de humedad.

CONCLUSIONES

Los tratamientos pregerminativos: punzada e imbibición, combinados con el sustrato tierra negra incidieron favorablemente en la emergencia de las semillas y son recomendados para la germinación en zonas de vivero.

Respecto al (PE) y (TE) por sustrato fue posible identificar que la tierra negra y el lombricompostaje presentaron los mejores valores, debido a que son sustratos con bastante contenido de minerales Ortega *et al.*, (2010)

Las características morfológicas de las semillas definen el tipo de escarificación o tratamiento que se debe realizar para aumentar el (PE) y disminuir el (TG).

El proceso de establecimiento de plántulas es una de las etapas más críticas dentro de la producción en vivero, por lo que se recomienda realizar estudios sobre riego y manejo silvícola para disminuir la mortalidad de individuos en sustratos como el lombricompostaje, que tiene grandes resultados, pero con un tratamiento especial teniendo en cuenta la adaptabilidad de las especies a características de los sustratos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aide, T., Clark, M., Grau, H., López, D., Levy, M., Redo, D.,...Muñiz, M. (2013).
Deforestation and Reforestation

- of Latin América and the Caribbean, *Biotropica*; 45(2), 262-271. Doi:10.1111/j.1744-7429.2012.00908.x.
- Belloso, P. A y Mazariego, L.E. (2013). *Evaluación de cinco sustratos y tres métodos de escarificación en la germinación de semillas de cuatro especies forestales* (tesis de doctorado). Universidad del Salvador, San Salvador, Salvador.
- Benito, B., Roig, S., y San Miguel, A. (2000). Especies de gramíneas y leguminosas de interés pastoral. Morfología y características ecológicas y pascícolas. Fundación Conde del Valle de Salazar. Madrid, p. 188.
- Figueroa, Y., Galeano, G. (2007). Lista comentada de las plantas vasculares del enclave seco interandino de La Tatacoa. *Caldasia*, 29(2), 263-281
- Fox, J., Bouchet, M., Andronic, L., Ash, M., Boye, T., Calza, S.,...Wirght K. (2017). *The R Commander: A Basic Statistics Graphical User Interface to R*. Journal of Statistical Software, 14(9), 1-42.
- Hartmann, H. T. y Kester, D. E. (1994), *PROPAGACION DE PLANTAS: principios y prácticas*. México DF, México: Continental.
- Harper, J. L. (1977). *Population Biology of Plants*. London, United Kingdom: Academic Press.
- López, D., Hernández, A., Rodríguez, B., Orantes, C., y Garrido, E. R. (2010). Efecto de la escarificación mecánica e inmersión en agua caliente, sobre el letargo de semillas de guapinol (*Hymenaea courbaril* L. Fabaceae). *LACANDONIA*, 4(2: 37-5), 37-51.
- Lovey, R. J., Perissé, P., Vieyra, C., y Coraglio, J. C. (2010). Caracterización de semilla, germinación y plántula de *Colo-gania broussonetii* (Balb.) *Phyton, International Journal of Experimental Botany*. 79(1), 5-10.

- Maddaloni, J., y Ferrari L. (2005). *Forrajeras y pasturas del ecosistema templado húmedo de la Argentina*, Lomas de Zamora, Argentina: INTA.
- Minchala, P, J., Angamarca, R., Muñóz, C. L., Yaguana A. M., González Z. D., Eras G. V.,...Delgado P. G. (2014). Propagación in vitro de *Prosopis limensis* Benth. in Hook. (Fabaceae – Mimosoideae). *Revista de Ciencias Forestales*, 22 (1-2), 88-99.
- Nagarajan, M., y Mertia, S. (2001). Seed Germination in *Tephrosia falciformis*. *Annals of Arid Zone*, 40(1), 95-96.
- Niembro, R. (1982). *Estructura y clasificación de semillas forestales mexicanas*. En Inecc. (Ed.), Reunión sobre problemas en semillas forestales tropicales (pp. 77-120). Chapingo, Mexico: Institucional nacional de ecología.
- Ortega, M, L., Sánchez O, J., Díaz R, R., y Ocampo M, J. (2010). Efecto de diferentes sustratos en el crecimiento de plántulas de tomate (*Lycopersicum esculentum* MILL). *Ra Ximhai*, 6 (3), 365-372.
- Sanchez, J.A., Muñoz, B., Reino, J., y Montejo, L. (2003). Efectos combinados de escarificación y de hidratación parcial en la germinación de semillas envejecidas de leguminosas. *Pastos y forraje*, 31 (4), 321-326.
- Scolozzi, R., Morri E., y Santolini, R. (2012). Delphi-Based Change Assessment in Ecosystem Service Values to Support Strategic Spatial Planning in Italian. Landscapes. *Ecological Indicators*, 21(1), 134-144.
- Soto, M. (1996). Escarificación de semillas de leguminosas arbustivas *Cassia tormentosa* y *C. xiphoidea*. *Repositorio CATIE*.
- Texeria de Queiroz, R., Goulart de Azevedo, A. M., y Lewis, G. P. (2012). Seed morphology: an addition to the taxonomy of *Tephrosia* (Leguminosae, Papilionidae, Millettieae) from South America. *Plant Systematics and Evolution*,

299(1), 459-470. doi:10.1007/s00606-012-
0735-0.

Vasconcelos, J. N., Lima, J. Q., Lemos, T, D.,
Oliveira, D., Almeida, B., Andrade,

M., y Braz, R. (2009). Chemical and biological
udy of the *Tephrosia toxicaria* Pers.
Química Nova, 32(2), 382-386.