

POTENCIAL GERMINATIVO DE *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Bent, UNA ESPECIE DE LA SELVA BAJA CADUCIFOLIA DE LA MIXTECA OAXAQUEÑA¹

[GERMINATIVE POTENTIAL OF *Lysiloma acapulcense* (Kunth) Bent, A DRY DECIDUOUS FOREST SPECIES FROM OAXACAN MIXTECA]

Juan Carlos Vásquez¹, Magdalena María Coello Castillo², Lina Pliego Marín^{3§}, Graciela Zárate Altamirano³, Gabriel Córdova Gámez³

¹Residente del Instituto Tecnológico del Valle de Oaxaca (ITVO), Oaxaca, Oax., México, ²Banco de Germoplasma Forestal de la SEDAP, Oaxaca, Oax., México, ³Profesor-Investigador-ITVO. México. [§]Autor para correspondencia: (linapliego@hotmail.com, vacj_0805@hotmail.com, gzaratealtamirano@yahoo.com.mx)

RESUMEN

Lysiloma acapulcense es una leguminosa con amplia distribución en México, forma parte de la selva baja caducifolia. En Oaxaca se ha localizado en diferentes regiones, existiendo escasa información sobre su propagación. La investigación se realizó durante el periodo de agosto-diciembre del 2011 en el Banco de Germoplasma de la SEDAFP para evaluar capacidad germinativa en semillas de tepeguaje. La viabilidad determinada mediante aplicación de rayos-X y el porcentaje de germinación de las semillas monitoreadas fue de 100 y 97.5% para semillas imbibidas y sin remojo, respectivamente. Se evaluó también el efecto de la imbibición sobre la germinación y algunos índices germinación en *L. acapulcense* en condiciones de laboratorio y vivero. Se dio seguimiento al crecimiento de las plántulas obtenidas en vivero, determinándose la longitud y diámetro de tallo. El peso de semillas y el contenido de humedad también fueron calculados. Se realizó un análisis de varianza y la prueba de diferencia mínima significativa de Fisher (0.05). En laboratorio se observó un incremento en la germinación para los días 7, 14 y 21 y en la velocidad de germinación por efecto de la imbibición. En vivero, a excepción de la germinación acumulada, todos los índices de germinación presentaron diferencias significativas por efecto de la imbibición. El crecimiento en plántulas no se afectó por la imbibición. Esta especie tiene 18, 681 semillas kg⁻¹ y no requieren de tratamiento pregerminativo dado los altos índices de germinación y la respuesta de la semilla a la imbibición.

Palabras clave: *Índice de germinación, tepeguaje, velocidad de germinación, viabilidad.*

ABSTRACT

Lysiloma acapulcense is a legume widely distributed in Mexico, mostly as an element of the dry deciduous forest. In Oaxaca State, it has been register in different regions; nevertheless there is little information about its propagation. The research was conducted during the period from August to December 2011 in the Germplasm Bank of SEDAFP in order to evaluate the germinative potential of *L. acapulcense* seeds. The viability determined by X-rays and the percentage of germination in monitored seed was 100 and 97.5%, respectively to seeds under

¹ Recibido: 17 de septiembre de 2015.
Aceptado: 05 de octubre de 2015.

imbibition and without soaking. Imbibition effect on germination and some germination rates on *L. acapulcense* in laboratory and greenhouse conditions was also assessed. We measured the growth of seedlings obtained in nursery conditions, determining the length and diameter of the stem. The weight and the moisture content of seeds were also calculated. An analysis of variance and the minimum significant difference test of Fisher (0.05) was performed. In laboratory was observed an increase of germination to 7, 14 and 21 days after planting and in the germination speed due to imbibition effect. In nursery, except for the cumulative germination, all germination rates showed significant differences due to imbibition. The seedling growth was not affected by imbibition. This species has 18, 681 seeds kg^{-1} , and seeds not require pregerminative treatment given the high germination rates and response of seeds to imbibition.

Index words: *germination rate, tepeguaje, germination speed, viability.*

INTRODUCCIÓN

Lysiloma acapulcense es una leguminosa nativa de México, incluyendo Centro América. En nuestro país se encuentra ampliamente distribuida desde la vertiente del Golfo, desde los estados de Tamaulipas, y el centro de Veracruz, se encuentra también en San Luis Potosí, Hidalgo, Querétaro y en la depresión central de Chiapas. Además, en la vertiente del Pacífico se localiza desde Sonora hasta Chiapas (Pennington y Sarukhán, 2005). Se trata de una especie característica de vegetación secundaria y forma parte de las selvas bajas caducifolias o medias caducifolias, crece sobre suelos de origen ígneo o metamórfico, encontrándose asociada con especies como: *Acacia pennatula* (Schltdl & Cham) Bent, *Piscidia piscipula* (L.) Sarg, *Cordia dodecandra* (DC), *Enterolobium cyclocarpum* (Jacq) Grisch y *Heliocarpus americanus* (L.); su distribución altitudinal va desde el nivel del mar hasta 1700 msnm, aunque también se le ha localizado en hábitats a 2500 msnm (Pennington y Sarukhán, 2005; Gómez-Roa *et al.*, 2013). En zonas altas se asocia con bosques de pino-encino en pendientes moderadas y suelos superficiales, En estado juvenil puede ser confundido con *L. divaricatum* (Jacq.) J.F. Macbr, por el color gris de su corteza y las escamas presentes. No obstante, en estado maduro su corteza se torna oscura y fisurada. Otra característica que permite diferenciarlas es el tipo de flor que presentan, *L. acapulcense* tiene espigas (Dorado *et al.*, 2005).

Esta especie arbórea tiene múltiples usos, como cercos vivos, para sombra del ganado en potreros, elaboración de sillas de montar y horcones y leña, entre otros (Coutolene-Brens *et al.*, 2005).

En el estado de Oaxaca para el caso de la Mixteca Oaxaqueña existen estudios florísticos que indican la presencia de *L. acapulcense* en los ecosistemas forestales. Es así que en el municipio de Asunción Coyotepeji, en la región occidental del municipio y en el área que corresponde al bosque de *Juniperus* a una altura de 1800- 2100 msnm en el cerro del ocote donde se han localizado individuos de *L. acapulcense*. También se ha encontrado en las laderas de los cerros El Cuate, El Quiote y El Sol. En la cañada El Solano forma asociaciones con *Juniperus flaccida* Schltdl (Solano-Hernández, 1997). Más recientemente en el municipio de Santiago del Río se registran asociaciones en la selva baja caducifolia de *L. acapulcense*-*L. divaricatum*. En San Juan Mixtepec se localizó individuos de esta especie como parte del estrato arbóreo (Martínez-Cruz y José-Vásquez, 2013). En la comunidad de Santa Catarina Ixtepeji considerada una de las regiones

terrestres prioritarias para la conservación de la biodiversidad, también ha sido identificado el tepeguaje en lo que corresponde a la selva baja caducifolia (Anta-Fonseca, s/a).

Pese a que Oaxaca destaca como una de las entidades de mayor biodiversidad del país y en el quinto lugar con potencial de aprovechamiento, registra un alto ritmo de deterioro de sus recursos naturales. Esta entidad cuenta con una superficie forestal total de 6, 091, 957 ha y tiene una pérdida neta de 35, 981 ha año⁻¹, con una tasa de recuperación del 7%, siendo considerada una de las más bajas a nivel nacional (Céspedes-Flores y Moreno-Sánchez, 2010).

En general, la procedencia de las semillas utilizadas en los programas de reforestación en muchas áreas de México es desconocida. No obstante, dado que se ha observado que la procedencia y el tamaño de la semilla influyen en los patrones de viabilidad y germinación de la misma, es necesario caracterizar aquellas semillas que se utilizan para tal fin (Cervantes *et al.*, 2014). La latencia presentada en semillas de muchas especies forestales, puede ser interrumpida mediante diferentes métodos mecánicos o químicos, evitándose tiempos de espera largos (Ibiang *et al.*, 2012; Guzmán-Pozos *et al.*, 2013).

El presente trabajo de investigación se realizó con la finalidad de determinar algunas propiedades físicas y el potencial de germinación en semillas de *Lysiloma acapulcense* en condiciones de laboratorio y vivero, procedentes de la comunidad de Santa María Tutla, en la región de la Mixteca Oaxaqueña.

MATERIALES Y MÉTODOS

Área de estudio

El presente trabajo se llevó a cabo durante el periodo de agosto a diciembre del año 2011 en el laboratorio del Banco de Germoplasma Forestal perteneciente al Departamento de Restauración Forestal de la Secretaría de Desarrollo Agropecuario, Forestal y Pesca (SEDAFP). Se colectó durante los días del 16 al 18 de agosto del 2011, un lote de semillas proveniente de Santa María Tutla, comunidad Mixteca del distrito de Huajuapán, localizada entre 17°41.984' LN y 97°38.600' LO. En esta comunidad prevalece la selva baja caducifolia, presentándose manchones de *Lysiloma acapulcense*. Los árboles de los que se colectó la semilla presentaban una altura total de 10 m, fuste limpio de 2 m y diámetro normal de 32 cm, la corteza externa de 1.2 cm de espesor, fácil de desprender, copa muy ramificada y cobertura media; follaje verde intenso, hojas lanceoladas, de raquis delgado, pinnulas de 5 a 9 pares; fruto en vaina.

Manejo de semillas y pruebas físicas

Los frutos colectados se transportaron en costales al banco de germoplasma forestal de Oaxaca. Se secaron por exposición a la luz solar por un lapso de cinco días y posteriormente se realizó la extracción de semillas. El beneficiado de la semilla se hizo de forma mecánica haciendo uso de una máquina desaladora para separar la vaina de las semillas, y una máquina separadora que permitió la eliminación de las semillas vanas, además del polvo e impurezas.

Para determinar la viabilidad de las semillas, se seleccionaron aquellas de buena apariencia que no presentaran daños externos, se colocaron en pedazos de papel adhesivo transparente (contac) de 5×7 cm. Para realizar la toma de placas de rayos X se utilizó una máquina Faxitron

X Ray, modelo Mx 20, en donde se introdujeron las placas o pedazos de papel contac (muestras), colocándolas directamente sobre un filme de rayos x (konica minolta 1x, min R2000 tamaño de 18×24 cm) a una distancia de 1x cm de una fuente de rayos X, aplicando una potencia de radiación de 18 kv durante 15 s. El revelado se efectuó en un procesador automático Hope X-ray modelo 000 Micromac. Para los ensayos de germinación todo el material y equipo de laboratorio fue esterilizado y/o desinfectado, en el primer caso en un esterilizador eléctrico quirúrgico modelo 12-27R durante 24 h a una temperatura de 100°C, y la desinfección se realizó con hipoclorito de sodio. El material vegetal fue desinfectado con captan ultra 50 WP, en una proporción de 250 g L⁻¹ de agua durante 15 min.

Toma de datos y análisis estadístico

Se diseñaron tres experimentos de germinación, estableciéndose en cada uno de ellos un diseño completamente al azar. Para todos los casos se realizó un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Fisher, 0.05) utilizando el paquete estadístico Statgraphics Centurion XVI®. En el primer ensayo, a las semillas que se les determinó la viabilidad mediante R-X, fueron transferidas a conos de plásticos y colocadas en una cámara de germinación. Se hizo uso de un total de 80 semillas sometidas a radiación, de las cuales 40 fueron sometidas a remojo en agua durante 24 h y las otras 40 se sembraron directamente. Fueron dos tratamientos aplicados, con cuatro repeticiones cada uno de ellos.

En el caso del segundo experimento se utilizaron un total de 800 semillas para la germinación en laboratorio de las cuales 400 fueron sometidas a remojo por 24 h en agua, y las otras 400 se sembraron directamente. Se utilizaron 16 conos con 25 semillas. Para este experimento se determinó: a) porcentaje de germinación por día; b) porcentaje de germinación acumulado; c) porcentaje final de germinación.

Para el experimento en vivero se trabajó con un total de 400 semillas, la mitad de ellas fueron sometidas a remojo con agua durante 24 h, y las otras 200 semillas se sembraron directamente. La siembra se realizó en charolas negras de 40 cavidades cada una, se utilizaron 10 charolas las cuales estuvieron depositadas en un vivero experimental, cada charola fue llenada con una mezcla de sustrato entre agrolita, vermiculita y peat moss®. Además, se determinaron también las siguientes variables: a) índice de germinación; b) velocidad de germinación; f) tiempo medio de germinación. Para el caso del índice y velocidad de germinación se utilizó la fórmula propuesta de González-Zertuche y Orozco-Segovia (1996) y para el tiempo medio de germinación la fórmula sugerida por Castro-Marín *et al.* (2011).

Una de las características físicas determinadas a las semillas de tepeguaje, fue el número de semillas kg⁻¹; para esta variable se tomaron ocho muestras de 100 semillas beneficiadas, a cada muestra se le verificó su peso en una balanza de precisión (OHAUS Pioneer™). Para contabilizar las semillas se utilizó un contador y empacador de semillas eléctrico (Seedburo™ 801 COONT-A-PAK^R model 801-10/B S/N C1283). Para el contenido de humedad se tomaron cuatro muestras de semillas beneficiadas, con un peso aproximado de 5 g y fueron transferidas a una estufa de secado (Grieve laboratory oven, model LO-201C) durante un lapso de 24 h a una temperatura de 60°C. Pasadas las 24 h se retiraron las muestras de la estufa de secado y se registró el peso seco de las mismas.

Finalmente se dio seguimiento al crecimiento de las plántulas desarrolladas en vivero, en este caso las variables determinadas fueron: a) diámetro de tallo (mm); b) longitud de parte aérea (cm).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Prueba de viabilidad

La viabilidad de las semillas fue detectada por medio de la aplicación de Rayos-X. Las semillas analizadas mostraron un 97.5% de semillas sin daño (Figura 1).



Figura 1. Prueba de viabilidad mediante Rayos-X en semillas de *Lysiloma acapulcense*. La flecha indica semilla dañada.

Después de haber sido sometidas a la prueba de rayos X, las semillas fueron incubadas para probar su capacidad germinativa. A pesar de los altos porcentajes detectados, tanto para las semillas no remojadas (97.5%) como para las imbibidas (100%), la aplicación de rayos X no afectó esta variable (Figura 2).

El análisis de varianza mostró diferencias entre tratamientos aplicados ($p \leq 0.05$) a las semillas germinadas en laboratorio. La prueba de Fisher mostró en la germinación un efecto significativo para los días 7, 14 y 21. En el caso de las semillas imbibidas, a los 7 días el 83% de las mismas habían germinado, mientras que para las no remojadas solo el 64% lo había logrado, en días subsiguientes las semillas sin remojo previo alcanzaron 12-13% de germinación (Cuadro 1). La variable germinación acumulada no mostró diferencias entre los tratamientos en los días evaluados. De la misma manera, el índice de germinación que determina el potencial de germinación de la semilla en un tiempo determinado no mostró diferencias significativas entre los tratamientos. Una respuesta diferencial se observó para el caso de la variable velocidad de germinación que mostró diferencias significativas entre los tratamientos aplicados (Cuadro 1).

Estos resultados indican que un alto porcentaje de semillas germinan durante la primera semana, y además aparentemente la germinación de manera inicial se acelera por efecto de la imbibición, corroborándose este hecho con el análisis de varianza.

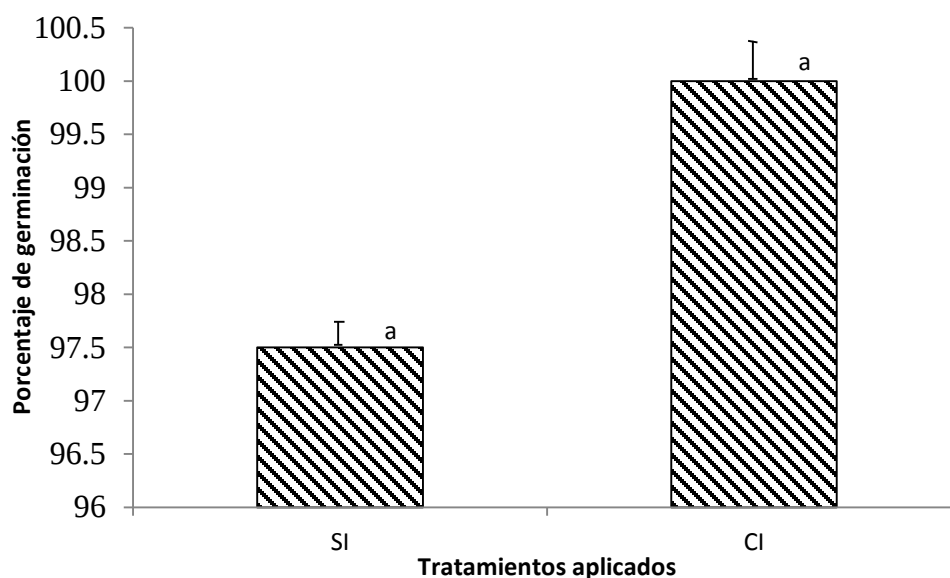


Figura 2. Efecto de la aplicación de rayos-X sobre la germinación en semillas de *Lysiloma acapulcense*. SI: Sin imbibición; CI: Con imbibición. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas. Barras verticales en columnas representan la desviación estándar.

Cuadro 1. Efecto de la imbibición en semillas de *Lysiloma acapulcense* sobre índices de germinación en condiciones de laboratorio.

Tratamiento	Germinación por día (%)				Germinación acumulada por día (%)				IG	VG
	7	14	21	28	7	14	21	28		
SI	64.00	13.25	12.75	4.13	64.00	77.25	90.00	94.13	70.18	5.780
CI	83.00	1.5	5.5	4.00	83.000	84.50	90.00	94.00	70.18	6.380
LDS	3.649	5.5.40	7.003	ns	13.469	ns	ns	ns	ns	0.632

SI: Sin imbibición; CI: Con imbibición; IG: índice de germinación; VG: velocidad de germinación; ns: sin diferencias significativas ($p \leq 0.05$).

Para el estado de Morelos y para diferentes sitios de colectas se han reportado porcentajes de germinación de 67-78% para esta leguminosa (Cervantes *et al.*, 2014). Lo anterior indica que las semillas procedentes de la comunidad de Santa María Tutla tienen una mayor capacidad germinativa. Valores menores fueron observados para *Lisyloma divaricatum* y *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit, especies de la familia Fabaceae (Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006; Arredondo-Loyola *et al.*, 2012).

Los altos porcentajes de germinación registrados durante la primera semana de incubación y el corto tiempo para alcanzar el final de la misma hacen suponer que esta especie no requiere tratamiento pregerminativo como se ha reportado también para otras especies (Varela y Albornoz, 2013; Enríquez-Peña *et al.*, 2004). Esto se corrobora con los valores elevados de germinación final observados sin que la imbibición haya tenido efecto (Sánchez-Paz y Ramírez-Villalobos, 2006). Es posible que los altos porcentajes de germinación detectados en esta leguminosa estén asociados al peso de las semillas y que de acuerdo al valor reportado para el número de semillas kg^{-1} para el material vegetal evaluado corresponde a semillas con mayor tamaño al reportado en otras regiones (Cervantes-Sánchez y Sotelo-Boyas, 2002). Está documentado que semillas de mayor tamaño presentan una mayor capacidad germinativa (Huerta-Paniagua y Rodríguez-Trejo, 2011).

La germinación por día mostró diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos del periodo evaluado a excepción de los días 1, 2 y 7, donde no se registró germinación. En semillas que fueron imbibidas la germinación inició al tercer día después de la siembra (20%), registrándose el más alto porcentaje al cuarto día (53%), y los valores más bajos en los días 7 y 8. Sin imbibición, la germinación inició en el cuarto día (9.5%), presentándose el valor más alto al quinto día (46%). El porcentaje inicial de germinación (día 3) en semillas imbibidas fue 2.1 veces mayor al observado en semillas no tratadas (Figura 3).

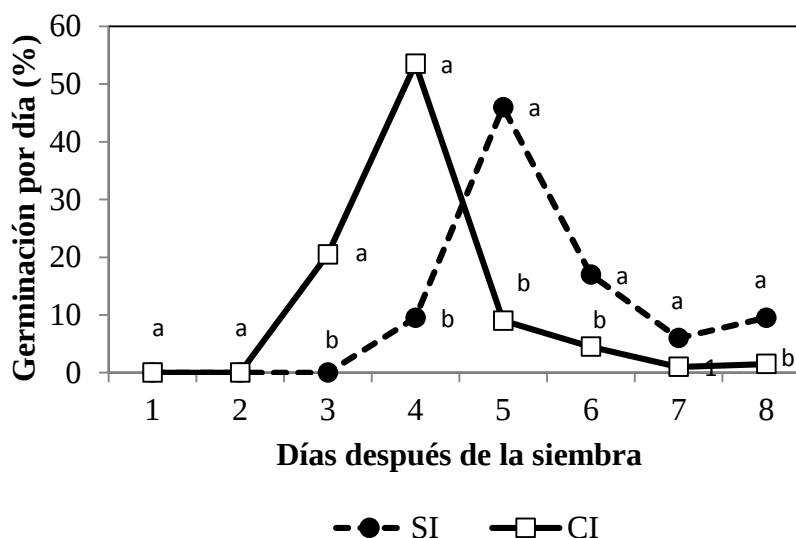


Figura 3. Efecto de la imbibición sobre la germinación por día en semillas de *Lysiloma acapulcense*, en condiciones de vivero. SI: Sin imbibición; CI: Con imbibición. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Fisher, 0.05).

Con respecto a la variable germinación acumulada se observaron diferencias significativas ($p \leq 0.05$) entre los tratamientos, siendo diferentes en los días 3 al 6 (Figura 4).

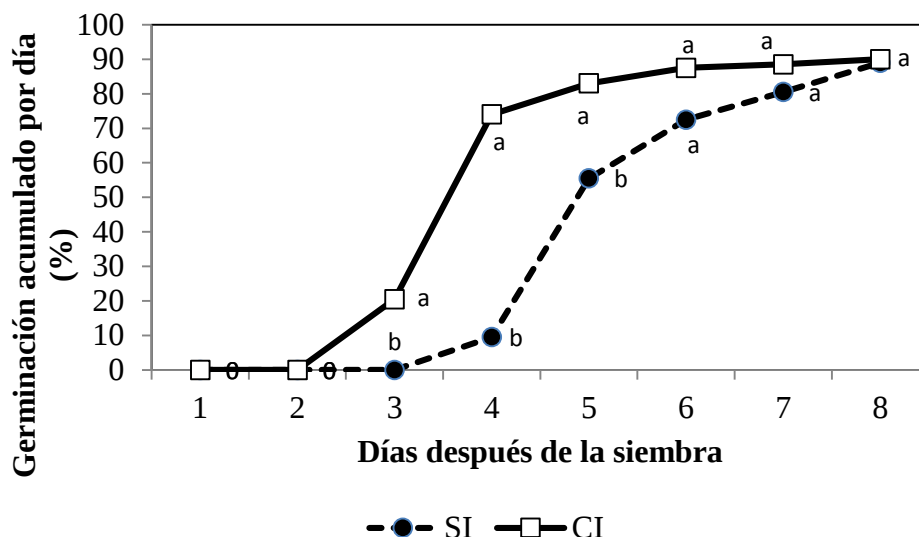


Figura 4. Efecto de la imbibición sobre la germinación acumulada en semillas de *Lysiloma acapulcense*. Si: sin imbibición; CI: con imbibición. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas entre los tratamientos (Fisher, 0.05).

Para Cervantes-Sánchez y Sotelo-Boyas (2002), la emergencia inicia como máximo al quinto día, mientras que en las semillas evaluadas en este trabajo, la emergencia tiene lugar al tercer día, estos datos revelan una precocidad del material vegetal evaluado y que hasta ahora no se había registrado para esta especie, pero si para otras especies de este género (Castro-Marín *et al.*, 2011).

El índice de germinación (IG) relaciona el tiempo de germinación con la capacidad germinativa de la semilla; el análisis de varianza y la prueba de Fisher para esta variable revela diferencias entre los tratamientos ($p \leq 0.05$) y evidencia que el IG se vio influenciado por la imbibición, disminuyendo su valor en un 32% (Figura 5). Para el caso de la velocidad de germinación (VG) en semillas imbibidas tuvo un valor de 9.2 y representó un incremento de 28.6% con respecto a las semillas sin remojo previo. El efecto que la imbibición tuvo sobre tiempo de germinación media (MGT) fue de una disminución en esta variable (4) con respecto a las semillas no imbibidas (5.3), y representó un 24.5% (Figura 5).

El inicio de la germinación detectado en las semillas procedentes de la comunidad de Santa María Tutla es más rápido al observado en otras localidades del centro del país para esta especie (Cervantes *et al.*, 2014); esto pudiera estar asociado al hecho de que las semillas de tepeguaje fueron más grandes, y el tamaño es determinante en la rapidez de la germinación y serán las primeras en germinar al iniciar el periodo de lluvias (Khurana y Singh, 2000). De igual forma, al comparar este índice con el de otras especies forestales consideradas como rápidas para germinar, resultó ser aún menor. Cabe resaltar que una rápida germinación es una estrategia de adaptación de las especies de bosques húmedos en condiciones de ambientes naturales (González, 1990).

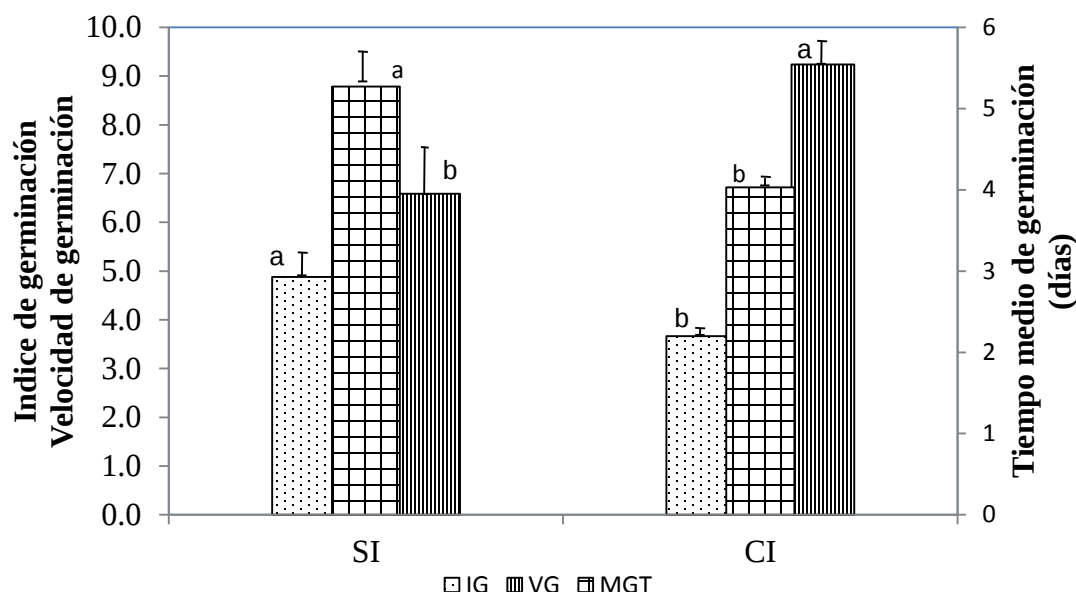


Figura 5. Efecto de la imbibición en semillas de *Lysiloma acapulcense* sobre diferentes índices de germinación. IG: índice de germinación; VG: velocidad de germinación; MGT: tiempo medio de germinación; SI: sin imbibición; CI: con imbibición. Medias con letras diferentes indican diferencias significativas (Fisher, 0.05). Barras verticales representan la desviación estándar

El tiempo de germinación media observada para tepeguaje fue muy corto comparado con el de otras especies forestales evaluadas, que presentaron un valor de mayor a una semana, para el caso de aquellas con valores mayor a cuatro se les considera que presentan latencia (Sautu *et al.*, 1999; Aroche-Arriaza, 2005). Respecto a este índice, Bonner (1998) lo considera como buen parámetro para evaluar especies arbóreas.

La determinación de variables de germinación como es el porcentaje de germinación, la velocidad de germinación y el índice de germinación son importantes en las actividades realizadas en vivero para el momento en que se lleve a cabo el trasplante. Así, el porcentaje de germinación permite determinar la cantidad de plántula a obtener, así como la densidad de siembra. Una alta velocidad de germinación es una ventaja para el establecimiento de plántulas y expresa el vigor de las semillas y el desempeño fisiológico de una especie (Navarro, 2003). Todas estas pruebas ayudan a determinar el máximo potencial de producción de plántulas de un origen geográfico específico de la semilla (Aparicio-Rentería *et al.*, 1999).

No existieron diferencias entre los tratamientos aplicados con respecto a la variable altura de planta ($p > 0.05$), es decir la imbibición no modificó el patrón de crecimiento en plántulas de *Lysiloma acapulcense* (Figura 6a).

El diámetro de tallo tampoco se vio afectado por efecto de la imbibición, es decir no se observaron diferencias entre las plantas procedentes de semillas remojadas de las no imbibidas con relación a esta variable (Figura 6b).

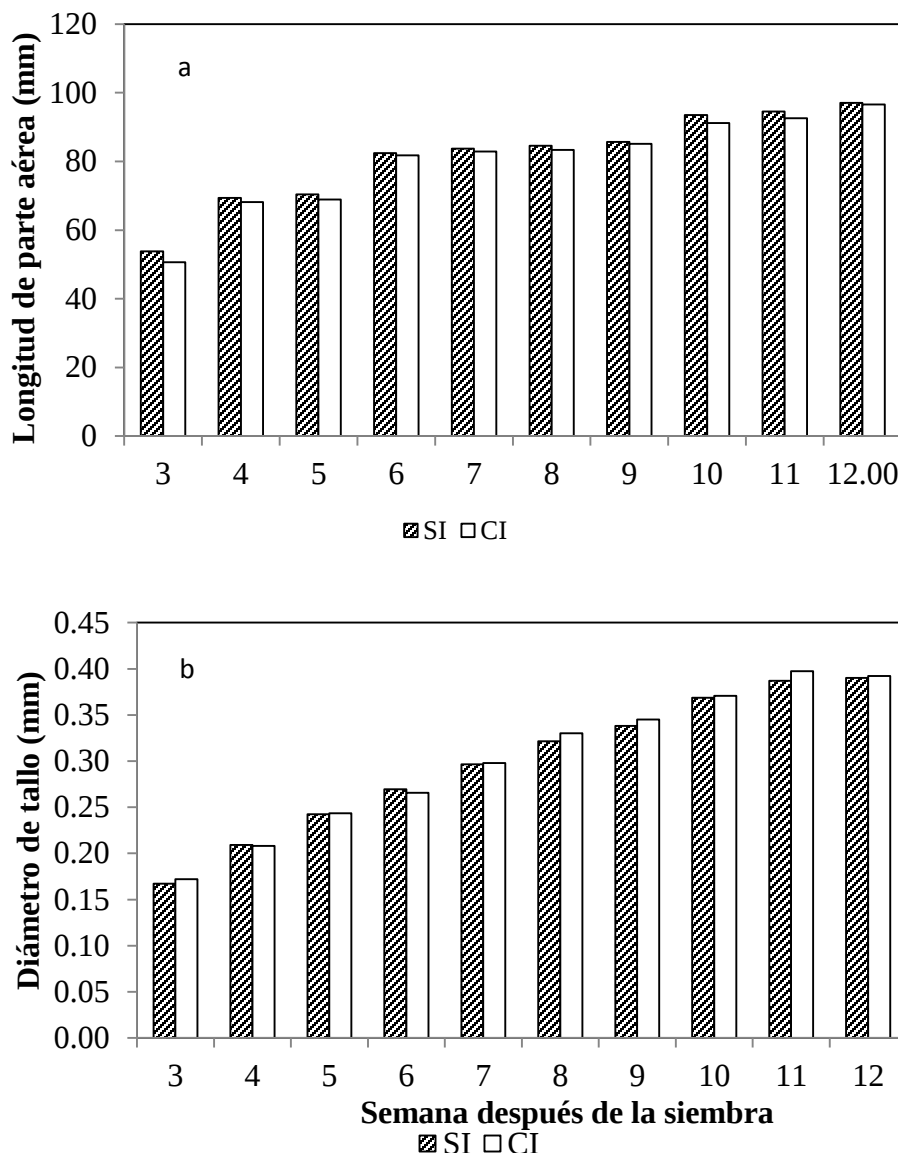


Figura 5. Efecto de la imbibición en semillas de *Lysiloma acapulcense* sobre diferentes índices de germinación. SI: Sin imbibición, CI: Con imbibición.

El tamaño de la semilla ejerce un fuerte control sobre el crecimiento de plántulas. Además, plántulas procedentes de semillas grandes tienen más capacidad de sobrevivir a condiciones adversas que pudieran presentarse en ambientes naturales (Bonfil y Trejo, 2010). El hecho de que las semillas imbibidas germinaron más rápido es posible suponer que las plántulas procedentes de estas semillas presentarían un mejor crecimiento. No obstante los resultados obtenidos en esta investigación muestran que el crecimiento no se ve afectado, esto a pesar de que los tiempos de crecimiento fueron similares.

La determinación del número de semillas por kilogramo realizado de acuerdo a ISTA (2006) fue de 18 682 semillas. Los valores determinados para el número de semillas de tepeguaje

evaluadas indican que estas tienen un mayor peso que el determinado para esta misma especie en otras regiones del país (Cervantes-Sánchez y Sotelo-Boyas, 2002).

Con respecto al contenido de humedad las semillas de *Lysiloma acapulcense* fue de 6.195%. Estos valores bajos de contenido de agua corresponde a semillas ortodoxas (Reyes-Bautista y Rodríguez Trejo, 2005). El bajo contenido de humedad predispone a esta especie a una alta viabilidad de la semilla (Vadillo *et al.*, 2013).

CONCLUSIONES

Las semillas de *Lysiloma acapulcense* procedente de la comunidad de Santa María Tutla, Oaxaca, presentaron un alto porcentaje de semillas viables. En condiciones de laboratorio, las semillas de tepeguaje mostraron los más altos porcentaje de germinación en la primera semana, al igual que la velocidad de germinación incrementaron por efecto de la imbibición. En vivero, la germinación dio inicio de forma temprana y en más alta proporción en aquellas semillas que fueron imbibidas. Estas semillas presentaron una velocidad de germinación más alta, sin afectarse la germinación final. Las semillas de tepeguaje recolectadas en el área de estudio se consideran un buen reservorio genético dado los altos porcentajes de germinación en comparación a lo registrado para otras regiones del país

LITERATURA CITADA

- Anta-Fonseca, S. S/A. El manejo forestal de la empresa comunitaria de Santa Catarina Ixtepeji, Oaxaca, México. www.rightresources.org/documents/files/.doc.594.pdf. (Consultado: 8/09/2015).
- Aparicio-Rentería, A., H. Cruz-Jiménez y J. Alba-Landa. 1999. Efecto de seis sustratos sobre la germinación de *Pinus patula* Sch. Et Cham, *Pinus montezumae* Lamb y *Pinus pseudostrobus* Lindl, en condiciones de vivero. *Foresta Veracruzana* 1(2): 31-34.
- Aroche-Arriaza, M.R. 2005. Estudio de germinación de seis especies forestales en el Municipio de la Libertad, Departamento de Peles. Tesis de Licenciatura. Universidad de San Carlos de Guatemala. pp. 34.
- Arredondo-Loyola, J.A., P. Casillas-Álvarez, A. Reyes-Oliva, G.A. Lugo-García, B. Sánchez-Soto, y A. Silva-Mendoza. 2012. Escarificación en semilla de *Acacia farnesiana* y *Lysiloma divaricata*. In: XXIV Congreso Nacional y IV Internacional de Fitogenética. Monterrey, Nuevo León. p. 530.
- Bonfil, C. and I. Trejo. 2010. Plant propagation and the ecological restoration of mexican tropical deciduos forest. *Ecological Restauration* 28(3): 369-376.
- Bonner, F.T. 1998. Testing tree seeds for vigor a review. *Seed Technol.* 20: 5-17.
- Castro-Marín, G., M. Tigabu, B. González-Rivas and P.C. Oden. 2011. Germination requirements and seedling establishment of four dry forest species from Nicaragua. *Trop Ecol.* 52: 1-11.
- Cervantes, M., E. Ceccon and C. Bonfil. 2014. Germination of stored seeds of four tree species from the tropical dry forest of Morelos, México. *Botanical Sciences* 92(2): 281-287.
- Cervantes-Sánchez, M.A. y M.E. Sotelo-Boyas. 2002. Guías técnicas para la propagación de 10 especies latifoliadas de la selva baja caducifolia en el estado de Morelos. SAGARPA. INIFAP. CIRCE. Pub. Esp. No. 30. Zacatepec, Morelos. pp. 12-13.

- Céspedes-Flores, S.E. y E. Moreno-Sánchez. 2010. Estimación del valor de la pérdida de recursos forestales y su relación con la reforestación en las entidades federativas de México. *Investigación Ambiental* 2(2): 5-13.
- Coutolene-Brens, E., J.A. Cruz-Rodríguez, E. Cedillo-Portugal, M.A. Musálem. 2005. Uso local y potencial de las especies arbóreas en Camarón de Tejada, Veracruz. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 11(1): 45-50.
- Dorado, O., D.M. Arias, R. Ramírez y M. Sousa, 2005. Leguminosas de la Sierra de Huautla. CONABIO. Universidad Autónoma del Estado de Morelos. pp. 100-101.
- Enríquez-Peña, E.G., H. Suzán-Aspiri y G. Malda-Barrera. 2004. Viabilidad y germinación de semillas de *Taxodium mucronatum* (Ten) en el estado de Querétaro, México. *Agrociencia* 38: 375-381.
- Gómez-Roa, K.M., R. Luna-Céspedes, J. Tejero-Díez, y A. Sánchez-González. 2013. Composición y estructura del bosque tropical caducifolio en las barrancas de Tonatico, México, Mex. Conocimiento ecológico para la solución de problemas ambientales. *In: IV Congreso Mexicano de Ecología*. Villahermosa, Tab. pp. 21.
- González, E.J. 1990. Recolección y germinación de semillas de 26 especies arbóreas del bosque húmedo tropical. *Rev. Biol. Trop.* 39(1): 47-51.
- González-Zertuche, L. y A. Orozco-Segovia. 1996. Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda bachystacha*. *Biol. Soc. Bot. México*. 58: 15-30.
- Guzmán-Pozos, S.M., E. Cruz-Cruz y C.A. Miranda-Córdova. 2013. Germinación de semillas de *Byrsonima crassifolia* (L) Kunt. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales* 4(20): 82-89.
- Huerta-Paniagua, R.G. y D. Rodríguez-Trejo. 2011. Efecto del tamaño de semilla y la temperatura en la germinación de *Quercus rugosa* Née. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 17(2): 179-187.
- Ibiang, Y.B., E.E. Ita, B.E. Ekanem, N.E. and Edu, N.E. 2012. Effect of different pretreatment protocols on seed germination of *Tetrapleura tetraptera* (Schum and Thonn). *Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology* 2(3): 25-29.
- ISTA, 2006. International Rules for Seed Testing. International Seed Testing Association, Basserdorf, Switzerland. 70 p.
<https://www.seedtest.org/upload/cms/user/ISTAMethodValidationforSeedTesting-V1.01.pdf>. (Consultado el 13/09/2015).
- Khurana, E. and J.S. Singh. 2000. Influence of seed size on seedling growth of *Albizia procera* under different soil water levels. *Annals of Botany* 86: 1185-1192.
- Martínez-Cruz, A. y J. José-Vásquez. 2013. Estudio Regional Forestal. UMAFOR, Mixteca Sur. pp. 65-66.
- Navarro, M. 2003. Desempeño fisiológico de las semillas de árboles leguminosos de usos múltiples en el trópico. *Pastos y Forrajes* 26(2). 97-114.
- Pennington, T. D. y J. Sarukhán, J. 2005. Árboles Tropicales de México. Manual para la identificación de las principales especies. 3ª. Edición. Fondo de Cultura Económica. Universidad Autónoma de México. México, D.F. 523 p.
- Reyes-Bautista, Z. y D.A. Rodríguez-Trejo. 2005. Efecto de la luz, temperatura y tamaño de semilla en la germinación de *Nolina parviflora* (H.B.K.) Hemsl. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 11(2): 99-104.
- Sánchez-Paz, Y. y M. Ramírez-Villalobos, M. 2006. Tratamientos pregerminativos en semillas de *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. y *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. *Rev. Fac. Agron.* 23(3): 257-272.

- Sautu, A., J. Deago, y R. Condit. 1999. Recolección y manejo semillas de 50 especies arbóreas nativas de Panamá. *In*: R. Salazar (ed.). II Simposio Avances en la producción de semillas forestales de América Latina. Santo Domingo, República Dominicana. pp. 129-134.
- Solano-Hernández, L. 1997. Estudio florístico y descripción de la vegetación del municipio de Asunción Cuyotepeji, Distrito de Huajuapán de León, Oaxaca, México. www.herbario.encb.ion.mx/pb/pdf/pb5/4cuyotepeji.pdf. (Consultado: 13/09/2015).
- Varela, R. O. and P. L. Albornoz. 2013. Morpho-anatomy, imbibition, viability and germination of the seed of *Anadenanthera colubrina* var. cebil (Fabaceae). 2013. *Revista Biología Tropical* 61(3): 1109-1118.
- Vadillo, G., M. Suni, y A. Cano. 2013 Viabilidad y germinación de semillas de *Puya raimondii* Harms (Bromeliaceae). *Rev. Perú. Biol.* 11(1): 71-78.