

**VIABILIDAD Y GERMINACIÓN DE SEMILLAS DE TRES ESPECIES
ARBÓREAS NATIVAS DE LA SELVA TROPICAL, CHIAPAS, MÉXICO****SEED VIABILITY AND GERMINATION OF THREE NATIVE SPECIES FROM
THE RAINFOREST, CHIAPAS, MÉXICO**Carolina Orantes-García¹, Miguel Ángel Pérez-Farrera¹,Tamara Mila Rioja-Paradela², y Eduardo Raymundo Garrido-Ramírez³

¹Facultad de Ciencias Biológicas. ²Facultad de Ingenierías. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Libramiento Norte Poniente núm. 1155, Colonia Lajas Maciel, CP 29039, Chiapas, México. ³Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias, Campo Experimental Centro de Chiapas, Km 3.0 Carretera Ocozocoautla-Cintalapa, CP 29140, Chiapas, México.

Correo electrónico: c_orantes@hotmail.com corantes_g@yahoo.com.mx

RESUMEN

Se determinó la proporción de semillas viables y la pérdida de viabilidad debido al periodo de almacenamiento, así como el efecto de tratamientos pregerminativos que favorecen la germinación en semillas de *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia* y *Bursera bipinnata*, árboles nativos de la selva tropical, Chiapas, México. Se encontró que las semillas recién colectadas presentaron más del 90% de viabilidad, la cual fue disminuyendo hasta mostrar un 15% en *B. bipinnata*, 34% en *C. alliodora* y 18% en *T. amazonia* después de 12 meses de almacenamiento. De acuerdo con la germinación acumulada se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.0001$), se observó que las semillas de las tres especies pueden acelerar su tiempo de emergencia con la aplicación de ácido giberélico y escarificación. Al aplicar los tratamientos pregerminativos se obtuvo más del 90% de germinación final. Los tratamientos pregerminativos favorecen la

germinación ya que sin ellos el porcentaje de germinación disminuye (*B. bipinnata* 63%, *C. alliodora* 62% y *T. amazonia* 54%). En conclusión, para poder obtener un mayor porcentaje de semillas germinadas en poco tiempo, es necesario dar un tratamiento previo a la siembra para las semillas de estas especies. El almacenamiento de las semillas durante un año provocó una declinación en la capacidad germinativa.

Palabras clave: *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia*, *Bursera bipinnata*, tratamientos pregerminativos, propagación.

ABSTRACT

Percentage of viable seeds, loss of viability due to storage periods, and seed treatment to promote germination were determined in seeds of *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia* and *Bursera bipinnata*, native trees of the rainforest from Chiapas, Mexico. Results showed that recently collected seeds presented more than 90% of viability and it

was reduced to 15% in *B. bipinnata*, 34% in *C. alliodora* and 18% in *T. amazonia* after 12 months of storage. Significant differences among treatments ($p < 0.0001$) were observed for accumulated germination. Seeds of the three species showed accelerated germination rate after gibberelic acid and scarification treatments. Up to 90% of final germination were obtained when pregerminative treatments were applied and these treatments favors germination. Without treatment the germination percentage diminished (*B. bipinnata* 63%, *C. alliodora* 62% and *T. amazonia* 54%). In conclusion, for obtaining a higher germination percentage in less time, it is necessary to treat the seeds of these species previous to planting. Aging of seeds caused a decline in viability.

Key words: *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia*, *Bursera bipinnata*, pregermination treatments, propagation.

INTRODUCCIÓN

En México, la cubierta vegetal se ha reducido drásticamente, ocasionado profundas alteraciones como la presencia de islas de vegetación primaria y secundaria rodeadas de terrenos degradados por la erosión del viento y la lluvia, cultivos agrícolas diversos, potreros, asentamientos humanos y plantaciones forestales monoespecíficas, muchas de ellas establecidas con especies exóticas (Niembro, 2000; Martínez y García, 2007). Según Rzedowski (1994), la vegetación predominante en la zona de la Reserva del Ocote corresponde a cuatro asociaciones vegetales: *a*) selva alta perennifolia, en la que sobresalen las especies de caoba (*Swietenia macrophylla* G. King), cedro (*Cedrela odorata* M. Roem. King), palo amarillo (*Terminalia amazonia* (Gmel.)

Excell) y mojú (*Brosimum alicastrum* Sw.), *b*) selva alta o mediana subperennifolia, donde se encuentran especies como el molinillo (*Quararibea gentlei* Lundell), el copalillo (*Bursera bipinnata* (Sessé & Mociño) Engl.) y bojón (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken), *c*) selva mediana o baja perennifolia, cuyas especies representativas son el palo de coleteo (*Oreopanax peltatus* Linden ex Regel) y la memelita (*Clusia flava* Jacq.), y *d*) vegetación secundaria, en donde las especies representativas son el corcho colorado (*Belotia mexicana* (DC.) Schum.), guarumbo (*Cecropia peltata* L.) y el macús (*Calathea allouia* Aubl.).

De las 484 especies de plantas utilizadas por el PRONARE (Programa Nacional de Reforestación), sólo el 31.4% corresponden a árboles y arbustos nativos (9.7% son coníferas y 21.7% son latifoliadas de clima templado y tropical), el resto (68.6%) está representado por palmas, cicadas y especies exóticas (*e.g.* eucaliptos y casuarinas) las cuales resultan extrañas a los hábitats que se están reforestando (SEMARNAT, 2000; Niembro, 2001). Este tipo de reforestación presenta una grave amenaza para la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas naturales (Hobbs y Humphries, 1995; Higgins *et al.*, 1996) al extenderse rápidamente invadiendo áreas desnudas, alterando el suelo (Bridgewater y Backshall, 1981; Higgins *et al.*, 1996; Hussey *et al.*, 1997), desplazando a las especies nativas de plantas y animales (Pérez *et al.*, 2000). No obstante, en algunos casos estas especies exóticas se utilizan debido a que se han identificado características que les confieren superioridad sobre las nativas, tales como su capacidad para sobrevivir en ambientes con alta radiación solar, suelos pobres o grave sequía (Sharma y Dakshini, 1996; Martínez *et al.*, 1997; Milberg *et al.*, 1999),

su alta fecundidad o semillas con una amplia dispersión y/o prolongada latencia (Pérez *et al.*, 2000). En la mayoría de los programas de desarrollo agroforestal, restauración ecológica y reforestación, desarrollados por los gobiernos estatales, el ejército y las dependencias del gobierno federal, se ha hecho uso principalmente de aquellas especies de árboles exóticos mundialmente conocidos, como casuarinas, eucaliptos, etc, así como de algunas especies nativas biológicamente mal conocidas, lo que ha impedido que se tenga éxito en los propósitos anteriormente mencionados (Vázquez *et al.*, 1999).

A nivel nacional existen aproximadamente 9 000 especies de árboles y arbustos nativos distribuidos en distintos ecosistemas (Rzedowski, 1992). La principal razón por la cual estas especies no se han utilizado en los programas de reforestación, restauración ecológica y desarrollo agroforestal, se debe al desconocimiento de diversos aspectos biológicos, fisiológicos y ecológicos, entre los que destacan los procedimientos adecuados para la colecta, procesamiento y almacenaje de las semillas, así como los requerimientos para su germinación (Vásquez y Batis, 1996; Vázquez *et al.*, 1999; Niembro, 2001). Al ser las semillas reservorios de material genético y constituir una de las formas más importantes de germoplasma vegetal (Hartmann y Kester, 1994) el conocimiento de su biología, en especial de sus patrones de germinación, es fundamental para comprender no sólo los procesos naturales que ocurren en las comunidades vegetales, tales como el establecimiento, la regeneración y la sucesión, sino para poder llevar a cabo una adecuada propagación, establecimiento y manejo de las especies (Vázquez y Orozco, 1993).

No obstante, la falta de investigación sigue siendo una limitante para establecer programas de restauración ecológica y reforestación con especies nativas (Parraguirre, 1994, Bonfil y Trejo 2010). El presente trabajo plantea como objetivo evaluar la viabilidad y germinación de tres especies de árboles nativos, el copalillo (*Bursera bipinnata* (Sessé & Mociño) Engl.), el bojón (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken) y el palo amarillo (*Terminalia amazonia* (Gmel.) Excell), pertenecientes a las selvas tropicales húmedas y semihúmedas de México.

MATERIAL Y MÉTODOS

Se llevó a cabo la recolecta de las semillas de las especies copalillo (*Bursera bipinnata* (Sessé & Mociño) Engl.), bojón (*Cordia alliodora* (R. & P.) Oken) y palo amarillo (*Terminalia amazonia* (Gmel.) Excell), en la Selva el Ocote, ubicada en los municipios de Cintalapa, Ocozocoautla, Tecpatán y Jiquipilas, en Chiapas, México, entre los paralelos 16°45'42" y 17°09'00" de latitud norte y entre los meridianos 93°21'20" de longitud oeste, en un intervalo altitudinal entre 750 y 1500 m.s.n.m. (SEMARNAT, 2000). De acuerdo a la clasificación de Köppen modificada por García (1980), el grupo climático presente en la zona corresponde al cálido subhúmedo con lluvias abundantes en verano (Aw1) y una precipitación total anual que fluctúa entre los 1 500 y 2 500 mm, con una temperatura media anual de 22°C.

Recolecta de semillas. Entre los meses de marzo a mayo del 2008, se recolectaron semillas de cinco árboles de cada especie, ubicados en un cuadrante de una hectárea, tanto como de árboles en pie como de las semillas caídas al suelo, seleccionando

únicamente las que no estuvieran rotas, vanas, manchadas y sin rastros de ataque de insectos (orificios, larvas) y se guardaron en bolsas de papel para ser trasladadas al Laboratorio de Cultivo de Tejidos Vegetales de la Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH).

Pruebas de germinación. De cada especie se utilizaron 270 semillas, distribuidas en tres repeticiones de 30 semillas por tratamiento. A los cinco días después de la recolecta, las semillas se sometieron a los tratamientos pregerminativos de ácido giberélico (AG₃), escarificación y testigo. El ácido giberélico fue aplicado a una concentración de 300 ppm de ingrediente activo, durante un remojo de 12 horas; la escarificación fue mecánica y se realizó de forma manual, con una lija, tratando de desgastar la testa dirigida al micrópilo, cuidando no dañar el tejido interno de la semilla (Hartmann y Kester, 1994) y el testigo sin pretratamiento. Posteriormente, las semillas fueron sembradas en charolas de unicel para forestales tipo Koper block® 77/125 ml, llenas con sustrato de agrolita + tierra negra (1:2) a una profundidad de tres veces el diámetro de las semillas. Se les aplicó riego con agua a capacidad de campo cada tercer día. El periodo de observación fue de 90 días, con registros cada cinco días. Se consideraron germinadas las semillas cuando presentaron emergencia sobre el sustrato (Hartmann y Kester, 1994). Se evaluó el porcentaje de germinación final (%G) para determinar el efecto de los tratamientos en la capacidad germinativa (proporción de semillas capaces de germinar en condiciones óptimas o en una condición determinada) (Bewley y Black, 1994), la germinación acumulada (GA), que muestra la forma en que se incre-

menta la germinación y el tiempo (días) de inicio de la germinación (González-Zertuche y Orozco-Segovia, 1996), y se calculó el número promedio de días requeridos para la emergencia sobre el sustrato, como sigue (Hartmann y Kester, 1994):

$$\text{días promedio} = \frac{N_1T_1 + N_2T_2 + \dots + N_xT_x}{\text{número total de semillas germinadas}}$$

Donde N valúa el número de semillas que germinaron dentro de intervalos consecutivos de tiempo; los valores de T son los tiempos transcurridos entre el inicio de la prueba y el final de un intervalo específico de medición.

Los datos de porcentaje fueron transformados a arco seno raíz cuadrada del porcentaje y se analizaron mediante análisis de variancia (ANOVA) en diseño completamente aleatorizado empleando el paquete estadístico JMP (SAS, 1995), para evaluar el efecto de los tratamientos pregerminativos en la respuesta germinativa.

Pruebas de viabilidad. Se registró la viabilidad (capacidad de vida) de las semillas transcurridos 0, 3, 6, 9 y 12 meses de almacenamiento. Las semillas fueron almacenadas en bolsas de papel estraza, en una alacena de madera libre de humedad y con temperatura ambiente promedio de 25°C. Se remojaron tres lotes de 100 semillas por especie, resultando en un total de 300 semillas por cada una (*C. alliodora*, *T. amazonia* y *B. bipinnata*), durante 24 h para facilitar un corte longitudinal en la testa y separar los cotiledones, a los cuales se les aplicaron tres gotas de la solución de tinción de tetrazolium (0.5% cloruro 2, 3, 5 trifenil-2H tetrazolio) permaneciendo

durante 24 h en cajas Petri a temperatura ambiente dentro de bolsas de papel estraza para limitar la exposición a la luz (ISTA, 1993). Cada semilla fue observada con un microscopio estereoscópico LEICA ZOOM 2000, registrándose el número de semillas totalmente teñidas. Los datos que muestran el número de semillas viables fueron transformados con la función arcoseno y se analizaron mediante análisis de varianza (ANOVA) con el paquete estadístico JMP (SAS 1995), en un diseño completamente aleatorizado (Montgomery, 2002).

RESULTADOS

Las semillas de las tres especies sometidas al tratamiento con ácido giberélico (AG_3) presentaron el mayor porcentaje final de germinación (99% *C. alliodora*, 93% *B. bipinnata* y 97% *T. amazonia*), seguido del tratamiento de escarificación mecánica; el porcentaje más bajo correspondió al testigo (62% *C. alliodora*, 63% *B. bipinnata* y 54% *T. amazonia*), de acuerdo al análisis de varianza existieron diferencias altamente significativas entre los tratamientos ($p < 0.0001$) (fig. 1).

El análisis de varianza de la germinación acumulada mostró diferencias significativas entre los tratamientos ($p < 0.0001$) (fig. 2). La aplicación de ácido giberélico promovió que las semillas de las tres especies germinaran más rápido (44.7 días en promedio para *T. amazonia*, 32.5 para *C. alliodora* y 41.5 para *B. bipinnata*) en comparación con el testigo (*T. amazonia* germino en 67.3 días, *C. alliodora* en 46.0 y *B. bipinnata* en 61.8 días), asimismo se detectó que la escarificación mecánica también aceleró el proceso de germinación (*T. amazonia* 50.1 días, *C. alliodora* 39.9 y *B. bipinnata* 45.1 días),

de acuerdo al análisis estadístico de los datos de tiempo promedio de germinación, existieron diferencias entre los tratamientos y entre especies ($p < 0.0001$).

La viabilidad de las semillas de las tres especies evaluadas tiene un decaimiento diferencial, encontrando diferencias altamente significativas ($p < 0.0001$) entre especies, siendo *C. alliodora* la especie que presentó mayor longevidad. El promedio de la viabilidad de las semillas de las tres especies fue de 99%, 89% y 97% para *C. alliodora*, *B. bipinnata* y *T. amazonia* respectivamente sin almacenamiento. Se encontraron diferencias altamente significativas entre los tiempos de almacenamiento ($p < 0.0001$), lo cual confirma que el periodo de almacenamiento provocó una disminución en la viabilidad de las semillas; sin embargo *C. alliodora* mantuvo un buen nivel (87% de viabilidad) hasta los tres meses de almacenamiento, mientras que las otras dos especies registraron una disminución relativamente mayor (73% para *B. bipinnata* y 62% para *T. amazonia*) en ese mismo periodo. Al final del periodo de un año la viabilidad fue únicamente del 15% en *B. bipinnata*, mientras que *C. alliodora* y *T. amazonia* fue de 34% y 18% respectivamente (fig. 3).

DISCUSIÓN

El tratamiento con el ácido giberélico permitió alcanzar el mayor porcentaje de germinación final y una germinación más rápida en las tres especies. Salisbury y Roos (2000) mencionan que el ácido giberélico tiene propiedades estimulantes de germinación, favorece la elongación y emergencia de la radícula a través del endospermo, la cubierta seminal o la cubierta del fruto que restringen su crecimiento, además de producir enzimas

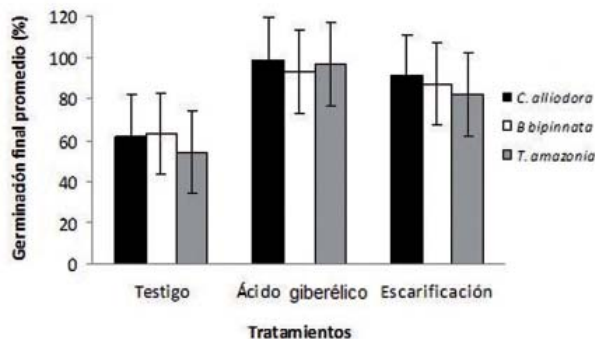


Fig. 1. Porcentaje de germinación final de semillas de *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia* y *Bursera bipinnata*, bajo tres tratamientos pregerminativos. Los datos corresponden a promedios y las barras a error estándar.

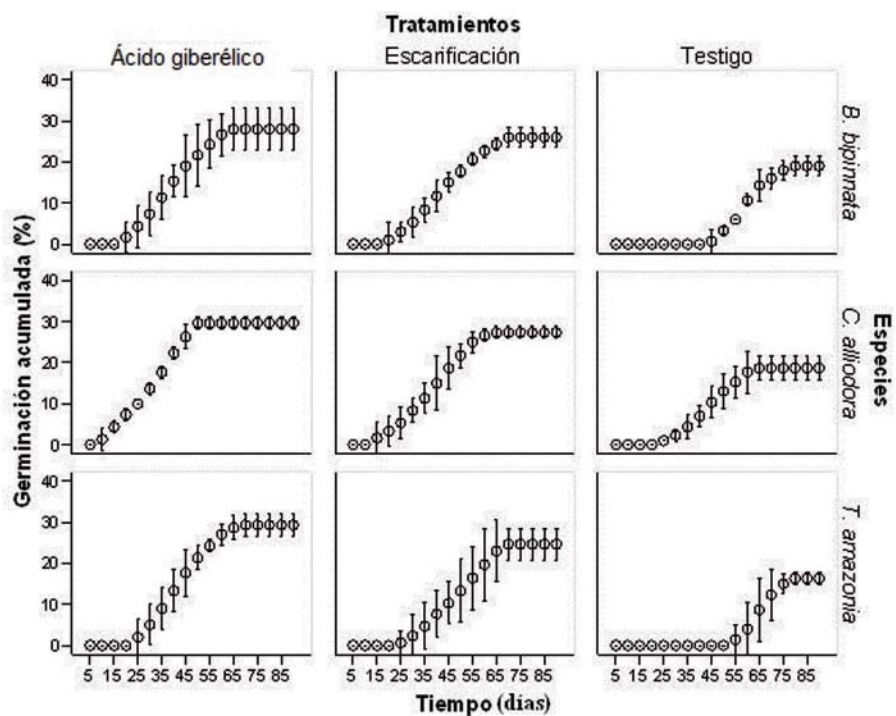


Fig. 2. Germinación acumulada de *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia* y *Bursera bipinnata*. Los datos corresponden a promedios y las barras a error estándar.

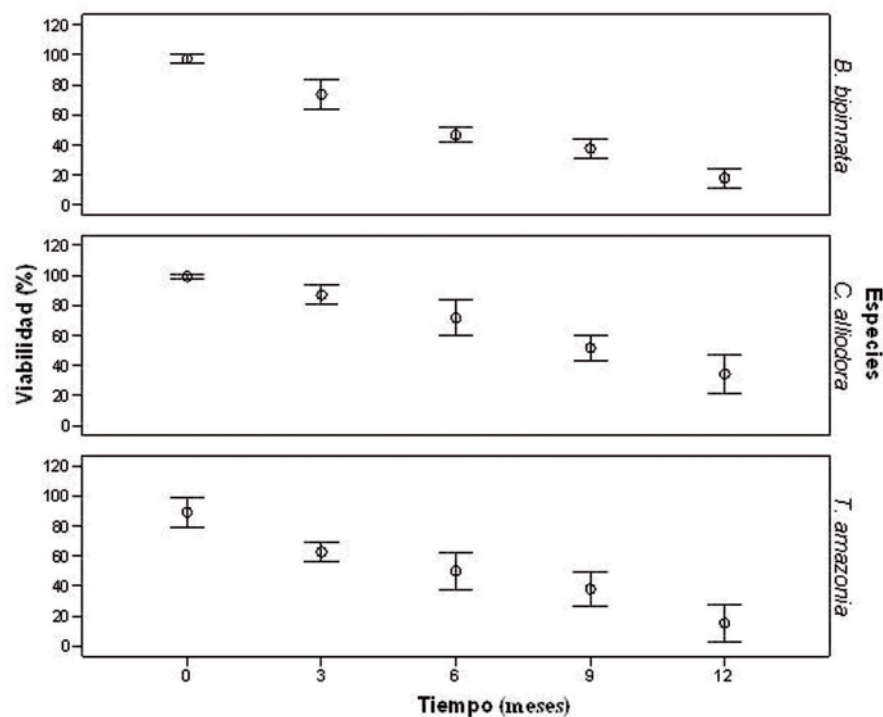


Fig. 3. Viabilidad de semillas de *Cordia alliodora*, *Terminalia amazonia* y *Bursera bipinnata*, a lo largo de un periodo de almacenamiento de 12 meses. Los datos corresponden a promedios y las barras a error estándar.

hidrolíticas durante la germinación. La escarificación mecánica también tuvo un efecto positivo sobre el porcentaje final y velocidad de la germinación de las semillas de las tres especies. Según Hartmann y Kester (1994) la escarificación puede acelerar la germinación al permitir la entrada de agua en semillas que presentan testa impermeable, además resulta simple, económica y efectiva en muchas clases de semillas.

Los reportes sobre la germinación de semillas de *B. bipinnata*, *T. amazonia* y *C.*

alliodora son escasos. El único trabajo realizado con *B. bipinnata* fue el de Bonfil *et al.* (2008); en dicho estudio se analizó la germinación de sus semillas, comparando el efecto de los tratamientos pregerminativos de escarificación ácida y mecánica, y se encontró que las semillas de *B. bipinnata* tuvieron una capacidad germinativa menor a 18%, misma que no fue afectada por los tratamientos pregerminativos. Tal resultado es opuesto al obtenido en el presente trabajo, esto se le puede atribuir a la selección de las semillas, ya que los autores mencionan

que el bajo porcentaje de germinación obtenido fue, en parte, resultado de una alta proporción de semillas vanas y la infestación por hongos en los experimentos de germinación.

No existen estudios publicados que evalúen el efecto de los tratamientos pregerminativos en semillas de *T. amazonia* y *C. alliodora*. Nichols (1994), Montero y Kanninen (2005) mencionan que las semillas de *T. amazonia* tienen una germinación epigea que inicia a los 69 días de sembrada y termina a los 89 días presentando una germinación de hasta 30%; por su parte, Mostacedo y Pinard (2001) señalan que las especies *T. amazonia* y *C. alliodora* presentan un tiempo de germinación largo (≤ 1 mes) y que la capacidad de germinación es $\geq 30\%$. Ello concuerda con lo observado en las semillas sin tratamiento pregerminativo, *T. amazonia* tardó 67 días después de la siembra en promedio para germinar y terminó a los 80 días y *C. alliodora* a 46 días y terminó a los 60 días, ambas especies presentaron porcentajes de germinación relativamente bajos (54% y 62%, respectivamente) pero no menores a 30%.

De acuerdo con Bidwell (2000) el envejecimiento es un factor que generalmente disminuye la viabilidad en las semillas, y es de suma importancia conocer esta viabilidad para determinar el periodo de tiempo en el que conservan su capacidad para germinar y así lograr una propagación exitosa (Hartmann y Kester 1994). Carvalho y Nakagawa (1993) argumentan que el porcentaje de viabilidad está influenciado por las características genéticas de la planta progenitora y por factores ambientales como las condiciones climáticas durante la floración, formación, desarrollo y maduración del fruto, el grado

de madurez de la semilla al momento de la cosecha y el manejo durante la colecta y la poscosecha, factores que no se analizaron en el presente trabajo. Las semillas de *B. bipinnata* perdieron viabilidad más rápido, mientras que las de *C. alliodora* mantuvieron una mayor viabilidad.

La realización de estudios básicos que permitan obtener información sobre la viabilidad y los tratamientos para incrementar la germinación de diferentes especies de plantas representa una etapa fundamental para la propagación de plantas usadas en la recuperación de terrenos degradados, sin embargo, para poder llevar a cabo una propagación exitosa de las especies de interés es necesario considerar diversos aspectos como la eficiencia en la germinación (porcentaje y velocidad), el costo asociado a cada tratamiento y el número y calidad de las plantas necesarias para una superficie dada (Godínez y Flores, 2000). Con los resultados presentados se contribuye al conocimiento de los aspectos básicos para la propagación de especies nativas, que permitirá contar con una base sólida para desarrollar una estrategia eficiente de recuperación de superficies deterioradas, complementada, por supuesto, con un manejo adecuado que favorezca la supervivencia de las plantas en condiciones naturales.

CONCLUSIONES

Para propagar de manera eficiente (mayor velocidad y porcentaje de germinación) cualquiera de las especies analizadas en este trabajo es necesario aplicar un tratamiento pregerminativo.

La viabilidad de las semillas de *C. alliodora*, *T. amazonia* y *B. bipinnata* se reduce

significativamente en el periodo de un año de almacenamiento en condiciones ambientales.

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT-UNICACH (Chis-2006-C06-45553), por la beca otorgada en la realización del Doctorado en Ciencias de Desarrollo Sustentable. Los autores agradecen al doctor Andrew P. Vovides por la revisión del resumen en inglés.

LITERATURA CITADA

- Bewley, J.D., y M. Black, 1994. *Seeds: physiology of development and germination*. 2a. ed. Plenum Press, New York, London. 445 p.
- Bidwell, R.G.S., 2000. *Fisiología vegetal*. AGT Editores, S.A. México, DF, 784 pp.
- Bonfil, S.C.; I. Cajero, y R.Y. Evans, 2008. "Germinación de semillas de seis especies de *Bursera* del centro de México". *Agrociencia*, **42**: 827-834.
- Bonfil, C., y I. Trejo, 2010. "Plant propagation and the ecological restoration of Mexican tropical deciduous forests". *Ecological Restoration*, **28**: 369-376.
- Bridgewater, P.B., y D.J. Backshall, 1981. "Dynamics of some Western Australian ligneous formations with special reference to the invasion of exotic species". *Vegetatio*, **46**: 141-148.
- Carvalho, M., y J. Nakagawa, 1993. *Sementes. Ciência, Tecnologia e produção*. Fundacao Cargill. Campinas. 429 pp.
- García, E., 1980. *Modificación del sistema de clasificación climático de Köppen*. Instituto de Geografía. UNAM. México. 246 pp.
- Godínez, A.H., y A. Flores, 2000. "Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica". *Polibotánica*, **11**: 1-29.
- González-Zertuche, L., y A. Orozco-Segovia, 1996. "Métodos de análisis de datos en la germinación de semillas, un ejemplo: *Manfreda Brachystachya*". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **58**: 15-30.
- Hartmann, H.T., y D.E. Kester. 1994. *Propagación de Plantas y Principios Básicos*. CECSA. México, DF, 760 pp.
- Higgins, S.I.; D.M. Richardson, y R.W. Cowling, 1996. "Modeling invasive plant spread: the role of plant-environment interactions and model structure". *Ecology*, **77**: 2043-2054.
- Hobbs, R.J., y S.E. Humphries, 1995. "An integrated approach to the ecology and management of plant invasions". *Conservation Biology*, **9**: 761-770.
- Hussey, B.M.; G. J. Keighery, R.D. Cousens, J. Dodd, y S.G. Lloyd, 1997. "Western Weeds: A Guide to the Weeds of Western Australia, The Plant Protection Society of Western Australia". *Victoria Park. Ecology*, **77**: 2043-2054.
- ISTA (International Seed Testing Association), 1993. "International rules for

- seed testing". *Seed Science and Technology*, **21**: 77-288.
- Martínez, G.M.A.; E.H. Satorre, y C.M. Ghersa, 1997. "Effect of soil water content and temperature on dormancy breaking and germination of three weeds". *Weed Science*, **45**: 791-797.
- Martínez, R.M., y X. García, 2007. "Sucesión ecológica y restauración de las selvas húmedas". *Boletín de la sociedad Botánica de México*, **80**: 69-84.
- Milberg, P.; B.B. Lamont, y M.A.P. Fernández, 1999. "Survival and growth of native and exotic composites in response to a nutrient gradient". *Plant Ecology*, **145**: 125-132.
- Montero, M.M., y M. Kanninen, 2005. "*Terminalia amazonia*; ecología y silvicultura. Turrialba, Costa Rica". CATIE, *Serie Técnica Informe Técnico* núm. 339. 34 p.
- Montgomery, D.C., 2002. *Diseño y análisis de experimentos*. Limusa, S.A. de C.V. México, DF, 126 p.
- Mostacedo, B., y M. Pinard, 2001. "Ecología de semillas y plántulas de árboles maderables en bosques tropicales de Bolivia". *Regeneración y silvicultura de bosques tropicales en Bolivia*, B. Mostacedo, y T.S. Fredericksen (eds.). Proyecto de Manejo Forestal Sostenible (BOLFOR), Bolivia, p.p. 11-29.
- Nichols, D., 1994. "*Terminalia amazonia* (Gmel.) Excell: development of native species for reforestation and agroforestry". *Commonwealth Forestry Review* (UK), **73**: 9-13.
- Niembro, R.A., 2000. "Estructura y morfología de diásporas de árboles y arbustos nativos e introducidos comunes en la República Mexicana". Tesis de maestría en ciencias forestales. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Estado de México. 382 pp.
- _____, 2001. "Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México: posibilidades y limitaciones de uso en programas de reforestación y desarrollo agroforestal". *Revista Madera y Bosques*, **7**: 3-11.
- Parraguirre, L.C., 1994. "Germinación de las semillas de trece especies forestales comerciales de Quintana Roo". *Memoria del Taller Madera, Chicle, Caza y Milpa. Contribuciones al Manejo Integral de las Selvas de Quintana Roo, México*, L. K. Snook y A. Barrera (eds.). PROAFT, INIFAP, USAID, WWF-US. Chetumal, Quintana Roo, México. pp. 67-80.
- Pérez, F.M.A.; B.B. Lamont, A.L. Marwick, y W.G. Lamont, 2000. "Germination of seven exotic weeds and seven native species in south-western Australia under steady and fluctuating water supply". *Acta Oecológica*, **21**: 323-336.
- Rzedowski, J. 1992. "Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México". *Diversidad Biológica de Iberoamérica. Acta Zoológica Mexicana*. G. Halffter

- (eds.). Instituto de Ecología, A. C. Xalapa, Veracruz. México. pp. 313-335.
- Rzedowski, J., 1994. *Vegetación de México*. Limusa. México, DF 432 pp.
- Salisbury, F., y C. Ross, 2000. *Fisiología de las plantas*. Paraninfo Thomson learning. España. 988 p.
- SAS, 1995. *JMP Statistics and graphics guide. Statistical discovery software*. Institute Cary. N.C.
- SEMARNAT, 2000. *Programa de manejo de la Reserva de la Biosfera Selva El Ocote*. México, INE-SEMARNAT. Editorial impresos, México. 220 pp.
- Sharma, R., y M.M.K. Dakshini, 1996. "Ecological implications of seed characteristics of the native *Prosopis cineraria* and the alien *P. juliflora*". *Vegetatio*, **124**: 101-105.
- Vázquez, Y.C., y A. Orozco, 1993. "Patterns of seed longevity and germination in the tropical rainforest". *Annual Review of Ecology and Systematics*, **24**: 69-87.
- Vázquez, Y.C., y A.I. Batis, 1996. "Adopción de árboles nativos valiosos para la restauración ecológica y la reforestación". *Boletín de la Sociedad Botánica de México*, **58**: 75-84.
- Vázquez, Y.C., A.I.B. Muñoz, M.I.A. Silva, M.G. Díaz, y C.S. Dirzo, 1999. *Árboles y arbustos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación*. J-084, CONABIO Instituto de Ecología, UNAM, México. 14 pp.