

CARACTERÍSTICAS MORFOMÉTRICAS Y GERMINACION DE SEMILLAS DE *Cedrela odorata* L.

MORPHOMETRIC CHARACTERISTICS AND SEED GERMINATION OF *Cedrela odorata* L.

Arce-Cordova, D.¹, Espinosa-Zaragoza, S.², Aguirre-Medina, J.F.², Wong-Villarreal, A.³,
Avendaño-Arrazate, C.H.⁴, Cadena-Iñiguez, J.^{5*}

¹Estudiante del Doctorado en Ciencias Agropecuarias y Sustentabilidad (DOCAS). Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Facultad de Ciencias Agrícolas. Carretera Costera entronque Huehuetán Pueblo, Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660. ²Universidad Autónoma de Chiapas (UNACH). Facultad de Ciencias Agrícolas. Carretera Costera entronque Huehuetán Pueblo, Huehuetán, Chiapas, México. CP 30660. ³Universidad Tecnológica de la Selva. División Agroalimentaria. Entronque Toniná Carretera Ocosingo-Altamirano, Col. Predio Laltic, Ocosingo, Chiapas, México. CP 29950. ⁴Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias (INI-FAP). Campo Experimental Rosario Izapa, Km 18.5 Carretera Tapachula-Cacahoatán, Tuxtla Chico, Chiapas, México. CP 30780. ⁵Colegio de Posgraduados (COLPOS). Campus San Luis Potosí, Calle Iturbide No. 73, Salinas de Hidalgo, S.L.P., México. C.P. 78600.

*Autor de correspondencia: jocadena@gmail.com

RESUMEN

Con el objetivo de identificar la calidad de semilla de *Cedrela odorata* L. en árboles con variables dasométricas deseables para ser considerados candidatos a árboles padre, se recolectó la semilla de 60 árboles en diferentes ambientes de Chiapas, México, durante febrero y marzo del 2017. Una vez cosechada la semilla, la investigación se realizó en el Laboratorio de Semillas forestales de la Facultad de Ciencias Agrícolas Campus IV (UNACH). Se determinaron diversas variables de acuerdo a las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 2010) a los 15 días después de su recolecta; las variables fueron, peso de 100 semillas (g), porcentaje de germinación y de pureza, humedad (CH) y de viabilidad (tetrazolio). Se establecieron los ensayos en Diseño experimental completamente al azar con tres repeticiones de 30 semillas de cada árbol. Los resultados se graficaron con el programa Sigma Plot (ver. 10.0) de Jandel Scientific y se consideró el error estándar como medida de dispersión en los promedios. El análisis estadístico mediante el programa GLM de SAS versión 8.1 y las diferencias entre medias según Tukey ($p \leq 0.05$). Los resultados indicaron que las variables más contrastantes fueron el peso de la semilla, porcentaje de germinación y número de semillas por kg^{-1} . La menor germinación de las recolectas se registró en la región fisiográfica Llanura costera cercana al litoral. Los ecosistemas Sierra Lacandona, Sur de Chiapas y Llanura Costera hacia la sierra madre de Chiapas, se sugieren como ambientes para seleccionar árboles padres de *Cedrela odorata* L. con presencia de lluvias todo el año o abundantes lluvias en verano (3000-3500 mm), temperaturas de 20-28 °C, suelos litosoles, cambisoles, regosoles y/o Phaeozem y altitud de 500 a 1000 m.

Palabras clave: Cedro tropical, peso, germinación y viabilidad.

Agroproductividad: Vol. 11, Núm. 3, marzo. 2018. pp: 82-89.

Recibido: noviembre, 2017. **Aceptado:** febrero, 2018.



ABSTRACT

With the objective of identifying the quality of the seed of *Cedrela odorata* L. in trees with desirable dasometric variables to be considered candidates to become parent trees, the seed from 60 trees was collected in different environments of Chiapas, México, during February and March 2017. Once the seed was harvested, the research was carried out in the Laboratory of Forest Seeds from the School of Agricultural Sciences Campus IV (UNACH). Different variables were determined according to the rules of the International Seed Testing Association (ISTA, 2010), 15 days after their collection; the variables were: weight of 100 seeds (g), percentage of germination and purity, moisture (CH) and viability (tetrazolium). The essays were established in a completely random experimental design with three repetitions of 30 seeds from each tree. The results were graphed with the Sigma Plot software (ver. 10.0) by Jandel Scientific, and the standard error was considered as a dispersion measurement in the averages. The statistical analysis was performed through the GLM software from SAS version 8.1, and the differences between means according to Tukey ($p \leq 0.05$). The results indicated that the most contrasting variables were the weight of the seed, the percentage of germination and the number of seeds per kg^{-1} . The lowest germination of the seeds collected was found in the physiographic regions: coastal plains close to the littoral. The ecosystems Sierra Lacandona, South of Chiapas and Coastal Plain toward the Chiapas Sierra Madre, were suggested as environments to select parent trees of *Cedrela odorata* L. with presence of rains all year long and abundant rains in the summer (3000-3500 mm), temperatures of 20-28 °C, Leptosol, Cambisol, Regosol and/or Phaeozem soils, and altitude of 500 to 1000 m.

Keywords: Tropical cedar, weight, germination and viability.

1991; Putz, 1993; Plumptre, 1995), pero con mayor aplicación en sistemas de manejo coetáneo (Smith 1986). En sistemas coetáneos, se eligen árboles grandes para que suministren semillas después del aprovechamiento intensivo; sin embargo, la falta de control del origen de la semilla ha limitado el éxito de programas de reforestación y el establecimiento de plantaciones forestales. Las tendencias actuales pretenden, entre otras situaciones, favorecer la disponibilidad de germoplasma de calidad con buena germinación. La selección de los individuos y la adecuada medición de la calidad son factores trascendentes y en general poco trabajados en especies tropicales (Agustín-Sandoval *et al.*, 2017). La germinación de semillas está influenciada también por las condiciones ambientales durante el desarrollo y maduración. La duración del día, temperatura, ambiente fototérmico del progenitor, calidad de luz y elevación (Fenner, 1991, 1992; Güttermán, 1991). Factores adicionales incluyen la posición de la inflorescencia en los árboles parentales, la posición de la semilla en el fruto o la infrutescencia, y la edad de los árboles parentales durante la inducción floral (Güttermán, 1994). Se evaluó la calidad de semillas de *Cedrela odorata* L. en árboles con características dasométricas deseables para ser considerados candidatos a árboles padre en diferentes ambientes de Chiapas, México.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron 230 árboles en Chiapas, México, entre las coordenadas 14° 32' y 17° 59' N y 90° 22' a los 94° 14' O, con características fenotípicas deseables, tales como el fuste recto sin bifurcaciones, pocas ramas y sin problemas sanitarios. Con estas variables, mediante

INTRODUCCIÓN

Cedrela odorata L. es una especie con alto valor comercial y en los sistemas agroforestales tropicales es de gran interés su establecimiento. Esta especie se ha distribuido naturalmente en numerosos ambientes y ha propiciado diversidad genética entre las poblaciones. Su conservación y mantenimiento a largo plazo permitirá disponer de variación genética intraespecífica en poblaciones aisladas para enfrentar, factores bióticos y abióticos adversos, tales como la tolerancia a sequía y adaptación a diversas condiciones del suelo (Sterne y Roche 1974), o bien disponer de otros atributos morfológicos y fisiológicos que ayuden a protegerlas del cambio climático (Muller-Starck y Schubert 2001). Una estrategia de rescate, conservación, restauración y manejo forestal de los fragmentos de vegetación nativa, son las fuentes semilleras o unidades productoras de germoplasma forestal, integradas por el conjunto de árboles con características deseables para la producción de semillas. La retención de árboles semilleros durante el aprovechamiento forestal es importante para garantizar la regeneración natural y asegurar la futura disponibilidad de especies maderables comerciales en los bosques tropicales sujetos a manejo disetáneo (Janzen y Vázquez-Yanes,

un análisis de medidas de tendencia central se eligieron 60 árboles. De los árboles seleccionados se recolectaron las semillas en febrero y marzo de 2017 y se trasladaron al Laboratorio de semillas en la Facultad de Ciencias Agrícolas (15° 00' N y 94° 30' O) a 44 m de altitud, donde se mantuvieron a temperatura ambiente de 23 ± 2 °C hasta peso constante en envases de plástico ziploc®. Se determinaron pruebas básicas iniciales de calidad que establecen las reglas de la International Seed Testing Association (ISTA, 2010), a los 15 días después de su recolecta. Se evaluaron variables morfométricas y de germinación. En las variables Peso de 100 semillas y Pureza se utilizó una balanza digital (Marca Ohaus, Modelo SocutPro SP401 USA) con precisión de 0.1 g y en el Contenido de Humedad (CH), Las diferencias de peso se obtuvieron en g en balanza analítica (Marca Denver Instruments, Modelo M310 USA) con precisión de 1.0 mg.

Peso de 100 semillas. Se pesaron 100 semillas (g) y con el valor final se determinó de acuerdo a ISTA (2010): Número de semillas por kg=(Número de semillas de la muestra/Peso de la muestra)*100.

Pureza. Del lote original se pesaron 100 semillas (g) en y con ayuda de una pinza de disección se retiraron otras especies de semillas y la materia inerte en la muestra. Posteriormente se pesaron las semillas puras y se cuantificó el porcentaje de pureza con apoyo de la Fórmula: % de pureza=(Peso de semillas Puras/Peso de la muestra)*100.

El contenido de humedad de la semilla (CH), se determinó en porcentaje (%) y para tal fin se utilizaron 100 semillas puras de cada recolecta. Se colocaron en sobres de papel estraza para secarse en estufa de aire forzado (VWR International, Modelo Sheldon Manufacturing, USA) a 95 °C (± 3 °C) por 48 h, hasta peso constante. El contenido de humedad se calculó de la siguiente manera: % de contenido de humedad=[(Peso con humedad–Peso sin humedad)/peso con humedad]*100 (ISTA, 2010).

Germinación. Se midió en porcentaje (%) a través del método de germinación en papel. Se seleccionaron las semillas y después de permanecer cinco días en cámara húmeda se realizó el primer conteo de semillas germinadas. Este procedimiento prosiguió hasta el día 20. El porcentaje de germinación se determinó con la fórmula:

mula: % de germinación=(Número de semillas germinadas/Número total de semillas)*100 (Mardoqueo, 2005 e ISTA, 2010).

Viabilidad. Se reportó en porcentaje (%), y se hizo a través de la prueba topográfica por Tetrazolio (TZ) (Hartmann y Kester, 1998; Padilla, 2010). El TZ se preparó al 1.0%. De cada recolecta se tomaron 100 semillas por repetición y se pusieron en agua por 24 h. Después de éste tiempo, se eliminó la testa y a los embriones se les agregaron 10 gotas de Tetrazolio diluido (1% p/v). Se eliminó el exceso de tetrazolio y se cubrieron con papel aluminio para su incubación. La tinción de las semillas de color rosa a rojo, indicó que el tejido estaba vivo, y su cálculo fue con la fórmula: % de viabilidad=(Número de semillas coloreadas/número total de semilla)*100. Para la determinación de las variables de la semilla se establecieron los ensayos en un diseño completamente al azar con tres repeticiones de 30 semillas de cada árbol.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la mayoría de las accesiones el peso de 100 semillas varió entre 1.0 y 1.5 g (35 árboles). Las semillas de 20 accesiones pesaron entre 1.6 y 2.0 g y solamente cinco de ellas pesaron entre 2.0 y 2.5 g (Figura 1).

La germinación de las semillas fue contrastante entre las diferentes colectas. Los valores más altos, del 90 al 97 % lo presentaron 14 de ellas y el porcentaje intermedio, entre 70 y 80 % de germinación, se encontró en la semilla

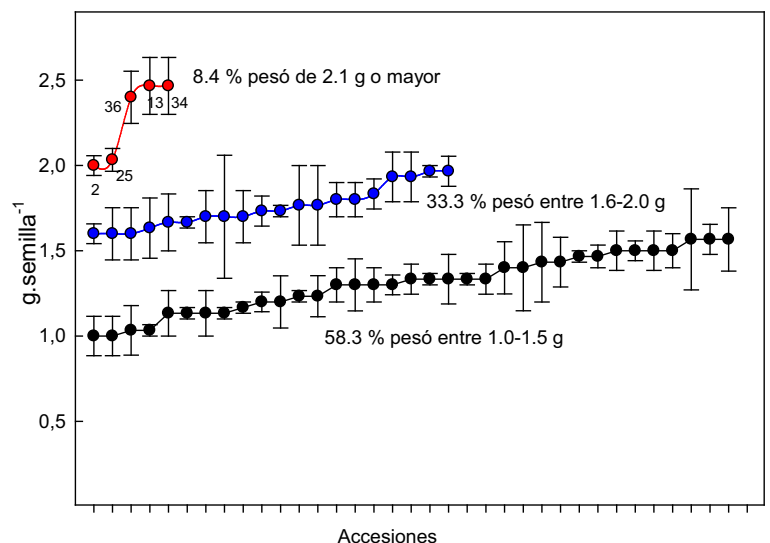


Figura 1. Peso seco de 100 semillas (g) en las 60 recolectas de *Cedrela odorata* L. originarias de diferentes ambientes en Chiapas. Los valores son promedios de 3 repeticiones de 30 semillas \pm error estándar.

cosechada de 29 colectas. El valor más bajo del 40 al 60 % lo tuvieron 12 colectas (Figura 2).

En general, la semilla, presentaron aumento en el peso por semilla y porcentaje de germinación superior al 90% en los árboles creciendo en clima Am y Aw con precipitaciones entre los 3000 y 3500 mm (Figura 3). En las pruebas de germinación de primavera (*Roseodendron donnell-smithii*), Agustín-Sandoval *et al.* (2017) identificaron, además, que las semillas con incidencia indirecta de luz germinaron mejor que algunas pruebas establecidas a la sombra o en ausencia de luz.

En la Sierra Lacandona (Chiapas) con clima dominante cálido húmedo con lluvias todo el año, se tuvieron las recolectas número 2 y 13 con mayor peso. En la llanura Costera, la recolecta 25 y, 2, mientras que, en la Sierra Sur de Chiapas, las recolectas 36 y 34 con clima Aw y abundantes lluvias en verano fueron las mejores. La temperatura promedio va de 20 a 22 °C en la Sierra Lacandona y de 26 a 28 °C en la sierra Sur de Chiapas y la Llanura Costera. El mayor peso de semillas se presentó en los grandes grupos de suelos Litosol, Fluvisol y Cambisol eútrico y en estos mismos se registraron las recolectas con porcentaje mayor de germinación a 90%. En esta última variable, también se incluye a los suelos Luvisoles crómicos. Muchas semillas de angiospermas almacenan la mayor parte de los alimentos en los cotiledones. La estructura de las semillas de angiospermas permite la transferencia directa de los suplementos alimenticios del endospermo o cotiledones debido a que están físicamente unidos al embrión, por ello, ocasionalmente se prefieren semillas más grandes sin que ello represente mejor calidad genética. Las tres recolectas con menor germinación (inferior a 50%) fueron obtenidas en la Llanura Costera creciendo con suelos Solonchak gleyico, Acrisol órtico, y una de ellas en un suelo Cambisol eútrico. La precipitación de 1500 y 2500 mm a una altitud de 0-500 m.

El número de semillas kg^{-1} superiores a 70000 se presentaron en climas dominantes Am (tres recolectas) y dos de ellas en clima Af. El número de semillas menor a 40000 se localizó en dos recolectas con clima Aw y una en clima Am (Figura 3 y 5). El mayor número de semillas por kg se obtuvo en los suelos Litosoles, Cambisoles eútricos, Feozem háplico y Regosol eútrico, y el menor número en dos recolectas procedentes de un suelo

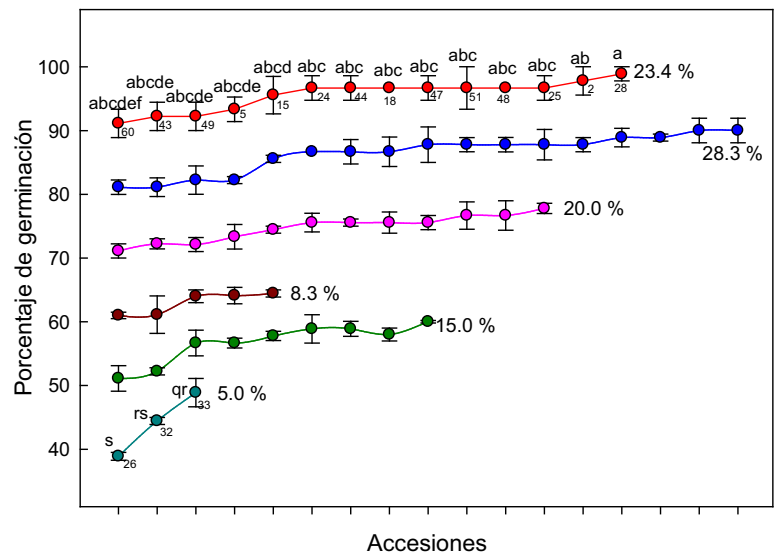


Figura 2. Germinación de las semillas cosechadas en 60 árboles de *Cedrela odorata* L. originarias de diferentes ambientes en Chiapas. Los valores son promedios de tres repeticiones \pm error estándar. Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$).

Cambisol eútrico, y uno, de Feozem háplico. CONAFOR (2010) y CONABIO (2010), registran valores inferiores a los reportados en este trabajo, con cerca de 20 mil a 50 mil semillas kg^{-1} en cedro. En contraste Quinto *et al.* (2009) cuantificaron hasta 94,697 semillas kg^{-1} . Esta variable tiene una amplia variación en las recolectas de cedro empleadas en este trabajo; ya que la mayoría (25 procedencias) presentaron en promedio 43946 semillas y cinco de ellas 78846 (Figura 5).

En general el número de semillas depende de los propios genotipos y del ambiente donde crece. En *Tabebuia rosea*, Salazar (1997), menciona que el número de semillas por kilogramo fue aproximadamente de 42000, mientras que Aguilera (2001) señala que el número varía de 40 mil a 72 mil semillas.

La viabilidad de las semillas en respuesta al tetrazolio mostró variaciones contrastantes, 30 procedencias presentaron la coloración rojiza correspondiente, y representó el 50% del total (Figura 6).

Cabe señalar que la viabilidad responde de manera diferencial según el genotipo. Gold, *et al.* (2004), citan la importancia de mantener o disminuir la humedad de las semillas a un nivel que minimice el envejecimiento. Mápula *et al.* (2008) reportaron en *Pseudotsuga menziesii* grandes diferencias entre distintos materiales con variación de 2% hasta 87% de viabilidad, y los valores inferiores pueden deberse a que la semilla generalmente

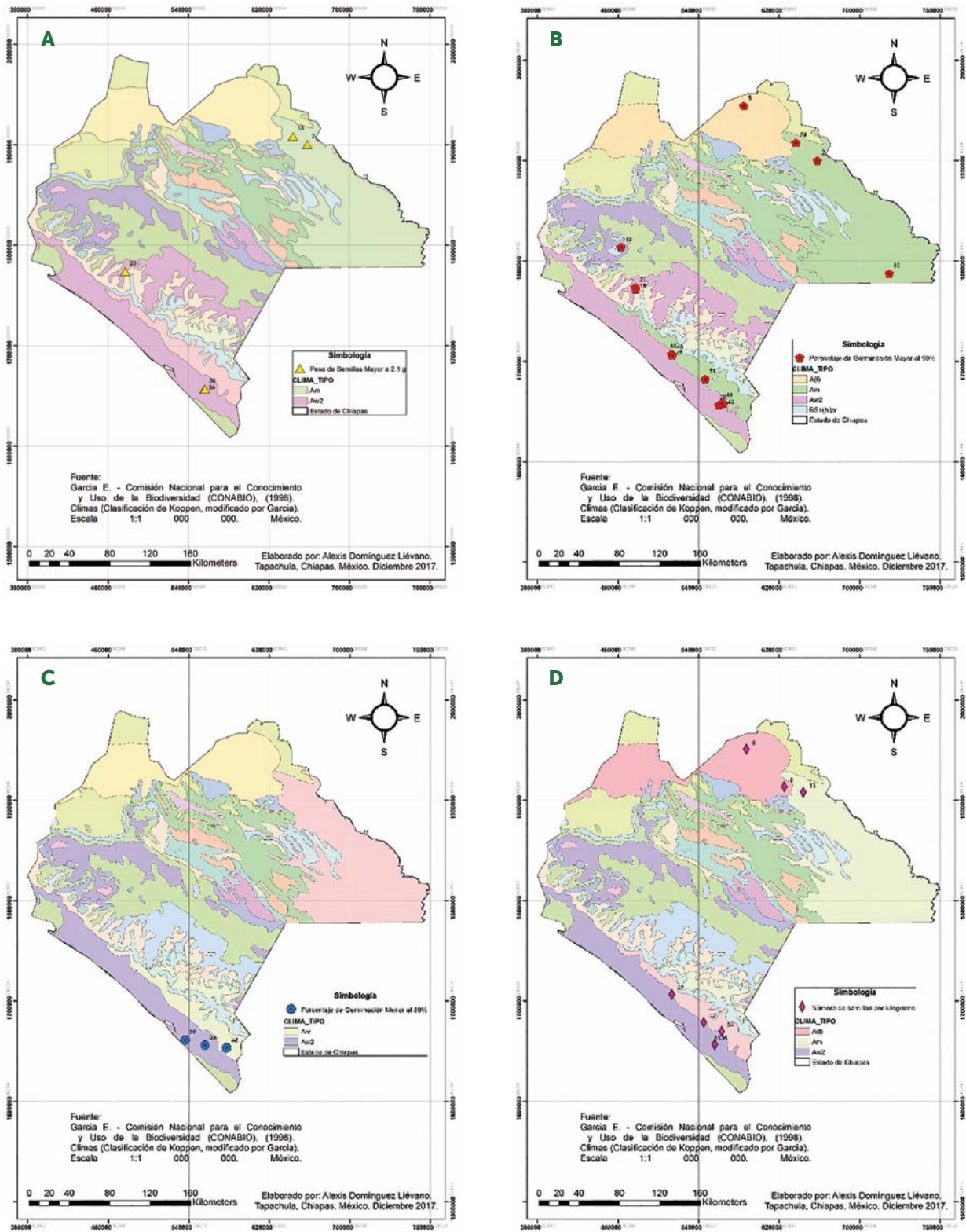


Figura 3. Peso de semilla superior a 2.0 g (A), germinación mayor a 90 % (B), germinación menor al 50 % (C) y número de semillas por kg (D) en las recolectas de *Cedrela odorata* L. obtenidas en los diferentes tipos de clima en Chiapas, México.

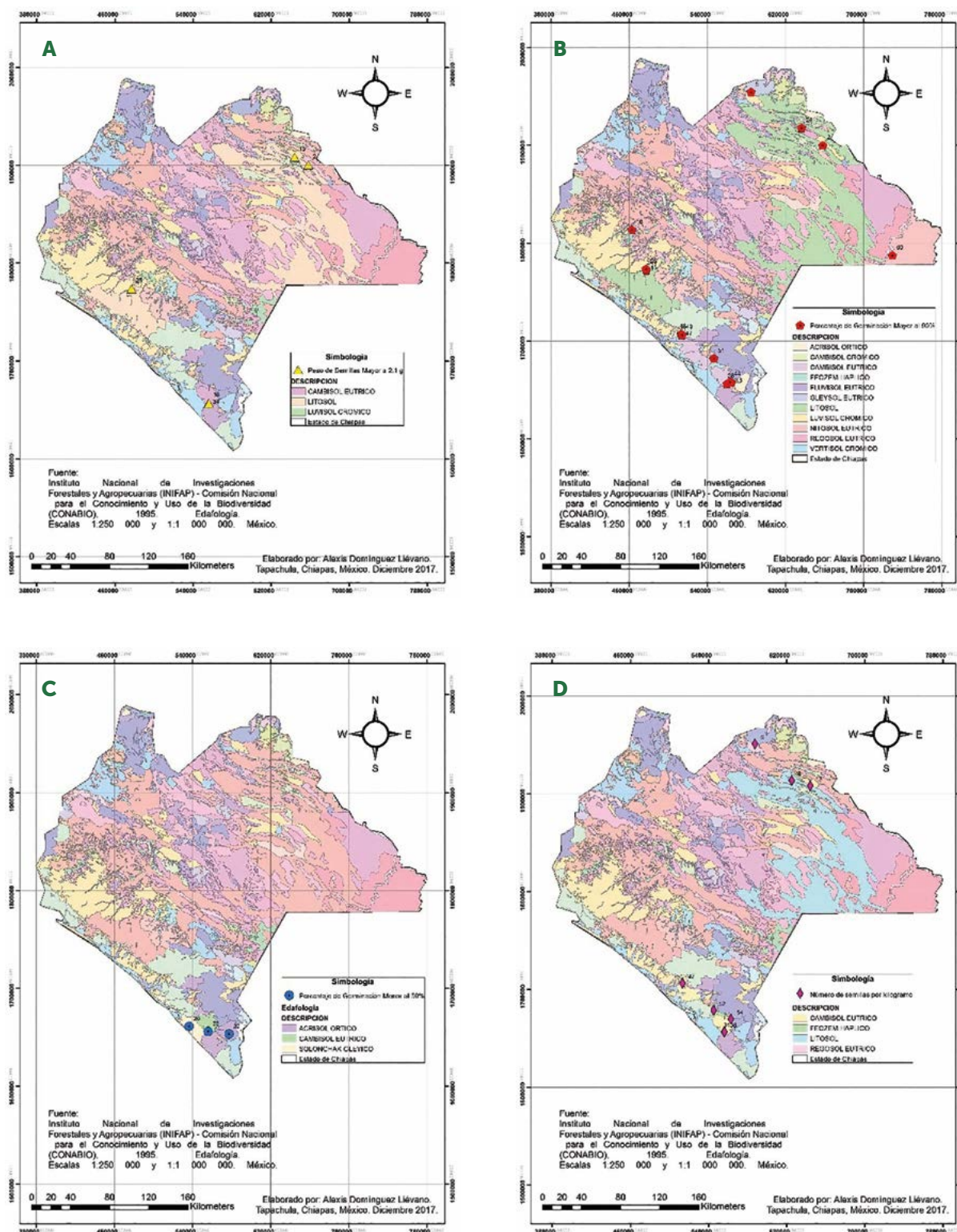


Figura 4. Peso de semilla superior a 2.0 g (A), germinación mayor a 90 % (B), germinación menor al 50 % (C) y número de semillas por kg (D) en las recolectas de *Cedrela odorata* L. obtenidas en los diferentes grupos de suelos en Chiapas, México.

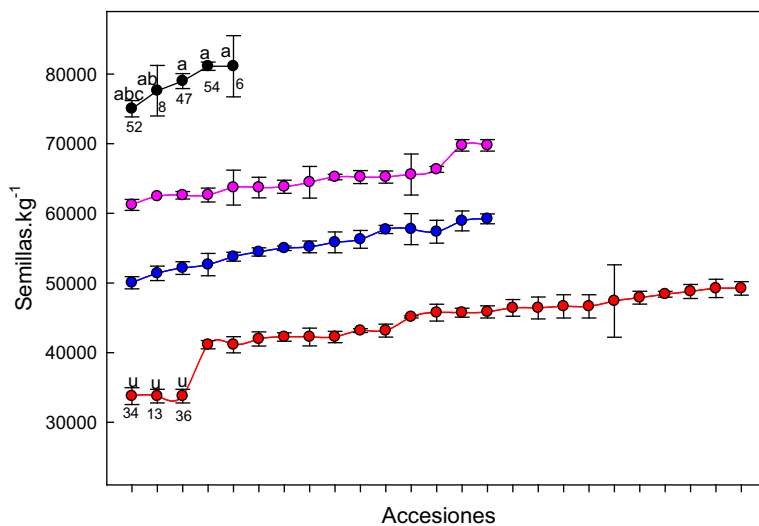


Figura 5. Número de semillas por kg en 60 árboles de *Cedrela odorata* L. originarias de diferentes ambientes en Chiapas, México. Los valores son promedios de tres repeticiones \pm error estándar. Los promedios con distinta letra son estadísticamente diferentes (Tukey, $p \leq 0.05$). Coeficiente de variación 4.7 %.

es inmadura y presenta menor capacidad y velocidad germinativa. Si las semillas de cedro se conservan en condiciones ambientales, su viabilidad disminuye rápidamente después de un mes, pero almacenadas adecuadamente se conservan por varios meses. Las semillas almacenadas en bolsas de polietileno a 5 °C, y 7% de contenido de humedad, mantienen un porcentaje de germinación de 50% a 60%, a los dos años (García Rojas y Abdelnour, 2013). El porcentaje de pureza de la semilla fue entre el 80% y 90% en el 90% de las procedencias; y solamente seis presentaron 75% y 79% (Figura 7).

El menor porcentaje de pureza en las semillas recolectadas se presentó en la Llanura y los pantanos Tabasqueños (procedencia 6), La Sierra Lacandona (procedencia 10 y 19), La Sierra Norte de Chiapas (procedencia 8) y la Llanura Costera (procedencia 54 y 47). En estos ambientes la temperatura promedio fluctúa de 24 °C a 26 °C y de 26 °C y 28 °C con precipitación media anual de 2 500 a 3500 mm (Figura 4). En primavera *Roseodendron donnell-smithii* Rose (Miranda), Agustín-Sandoval et al. (2017) citan que las únicas impurezas encontradas fueron restos de alas y semillas vanas por las características típicas de las semillas aladas con un tegumento externo y membranoso. En otra especie, Alzugaray et al. (2006), reportan en quebracho blanco (*Aspidosperma*: Apocynaceae) un porcentaje de pureza del 99.9%. En relación al contenido de humedad de las semillas, se registró entre

6.5% y 7.6%, semejante a los que cita el Programa Nacional de Reforestación-Secretaría del Medio Ambiente y Pesca (PRONARE-SEMARNAP, 2000), para semillas de *Tabebuia rosea* y *Tabebuia chrysantha*, entre 6-8 % de humedad respectivamente.

CONCLUSIONES

En las recolectas realizadas, las variables más contrastantes fueron el peso de la semilla, porcentaje de germinación y el número de semillas por kilogramo. Las semillas que presentan menor germinación se realizaron en las regiones fisiográficas Llanura costera que presenta suelos solonchak y acrisoles con menor precipitación, mayor temperatura ambiental y menor altitud. Los ecosistemas Sierra Lacandona, Sur de Chiapas y Llanura Costera se sugieren como ambientes para seleccionar

árboles padres de *Cedrela odorata* L. que presentan lluvias todo el año o abundantes lluvias en verano (3000 a 3500 mm) temperaturas de 20 °C a 28 °C, suelos litosoles, cambisoles, regosoles y/o Phaeozem y con altitud de 500 a 1000 m.

AGRADECIMIENTOS

Al fondo sectorial CONACYT-CONAFOR por el financiamiento de esta investigación a través del proyecto "Establecimiento de cuatro huertos semilleros asexuales regionales con el establecimiento y evaluación temprana de 12 ensayos de progenies (tres ensayos por cada huerto) de *Cedrela odorata*" y al Ing. Alexis Domínguez Liévano por su apoyo en la elaboración de mapas.

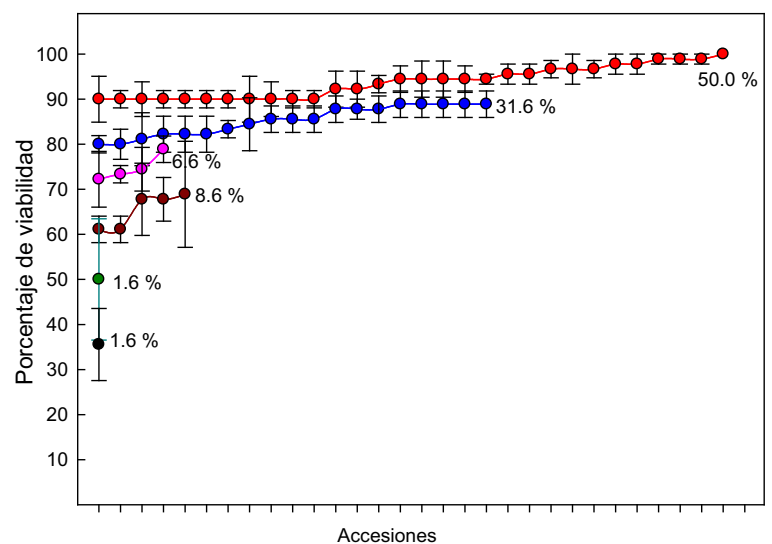


Figura 6. Viabilidad de las semillas cosechadas en 60 árboles de *Cedrela odorata* L. originarias de diferentes ambientes en Chiapas, México. Los valores son promedios de tres repeticiones \pm el error estándar. CV=3.6 %.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera M. 2001. *Tabebuia chrysantha* (Jacq.) Nicholson. SIRE-Paquetes Tecnológicos. CONABIO, CONAFOR. 5 pág. Consultado el 7 de Enero del 2018. <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/1006Tabebuia%20chrysantha.pdf>
- Agustín-Sandoval W.G., Espinosa-Zaragoza S., Avendaño-Arrazate C.H., Reyes-Reyes A. L., Ramírez-González S.I., López-Báez O., Andrade-Rodríguez M., Rangel-Zaragoza J.L. 2017. Calidad de semillas de primavera (*Roseodendron donnell-smithii* Miranda syn *Tabebuia donnell-smithii* Rose). *Agroproductividad*, 10 (3): 81-86.
- Alzugaray C., Carnevale N. J., Salinas A.R., Pioli R. 2006. Calidad de Semillas de *Aspidosperma quebracho* blanco S. Quebracho (Santiago del Estero), (13), 26-35. Recuperado en 06 de enero de 2018, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-30262006000100004&lng=es&lng=es.
- CONABIO. 2010. *Cedrela odorata*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/36-melia2m.pdf
- CONAFOR. 2010. Cedro (*Cedrela odorata* L.). Protocolo para su Colecta, Beneficio y Almacenaje. COMISIÓN NACIONAL FORESTAL. Región XII Península de Yucatán. Departamento de Conservación y Restauración de Ecosistemas Forestales. Programa De Germoplasma Forestal. Estado De Yucatán. 21 p. www.conafor.gob.mx:8080/documentos/download.aspx?articulo=1299
- Fenner M. 1991. The effects of the parent environment on seed germinability. *Seed Science Research*, 1: 75-84.
- Fenner M. 1992. Environmental influences on seed size and composition. *Horticultural Reviews*, 13: 183-213.
- García Rojas T., Abdelnour Esquivel A. 2013. Crioconservación de ápices y semillas de cedro (*Cedrela odorata* L.) mediante las técnicas de vitrificación y deshidratación. *Agronomía Costarricense*, 37(1):113-126. Recuperado de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43628796009>
- Gold K., León-Lobos P., Way M. 2004. Manual de recolección de semillas de plantas silvestres para conservación a largo plazo y restauración ecológica. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Centro Regional de Investigación Intihuasi, La Serena, Chile. Boletín INIA N° 110, 62 p.
- Gutterman Y. 1991. Comparative germination study on seeds matured during winter or summer of some bi-seasonal flowering perennial desert plants from the Aizoaceae. *Journal of Arid Environments*, 21: 283-291.
- Gutterman Y. 1994. Strategies of seed dispersal and germination in plants inhabiting deserts. *Botanical Review*, 60(4):373-425.
- Hartmann H., Kester D. 1998. Propagación de plantas. Sexta reimpression. Compañía Editorial Continental, S.A de C.V. México.
- International Seed Testing Association (ISTA). 2010. Reglas del ISTA. Septiembre de 2010. Publicado en línea en: http://www.analisisdesemillas.com.ar/index.php?option=com_content&task=view&id=15&Itemid=31
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). Anuario Estadístico y Geográfico de Chiapas. 2016. [http://www.datatur.sectur.gob.](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/CHIS_ANUARIO_PDF16.pdf)

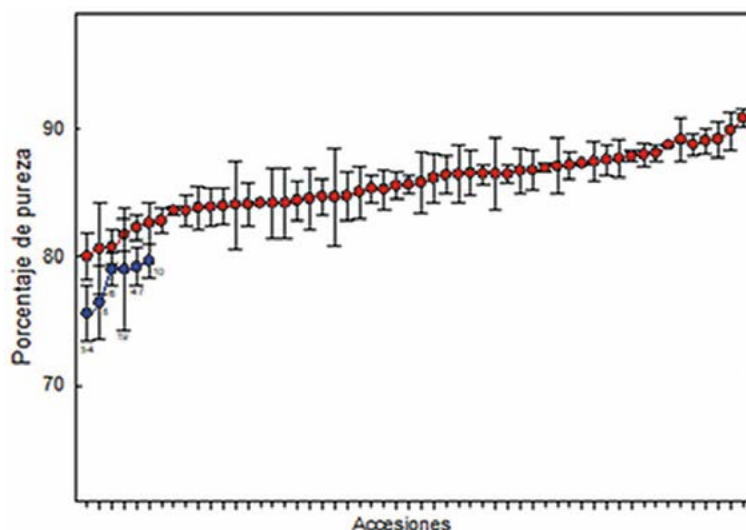


Figura 7. Porcentaje de pureza en las semillas cosechadas en 60 árboles de *Cedrela odorata* L. originarias de diferentes ambientes en Chiapas, México. Los valores son promedios de tres repeticiones \pm error estándar.

[mx/ITxEF_Docs/CHIS_ANUARIO_PDF16.pdf](http://www.datatur.sectur.gob.mx/ITxEF_Docs/CHIS_ANUARIO_PDF16.pdf). Consultado el 28 de diciembre del 2017.

- Janzen D.H., Vásquez-Yanes C. 1991. Aspects of tropical seed ecology of relevance to management of tropical forested wild lands. *In: Gomez-Pompa A., T. C. Whitmore and M. Hadley (Eds.). Rainforest regeneration and management. MAB Book Series 6. Carnforth, Lanes, UK. pp. 137-154.*
- Mápula L. M., López U. J., Vargas H. J. J., Hernández L. A. 2008. Germinación y vigor de semillas en *Pseudotsuga menziesii* de México. *Ra Ximhai*, 4(1): 119-134
- Mardoqueo G. J. 2005. Guía Técnica: cultivo de jiquilite (*Indigofera* sp.) en el Salvador. Volumen 1.
- Padilla J.D. 2010. Prueba de Viabilidad con Tetrazolio. Consultado en línea: http://snics.sagarpa.gob.mx/certificacion/Paginas/Manual_de_procedimientos.aspx. Febrero de 2011.
- Plumptre A. 1995. The importance of "seed trees" for the natural regeneration of selectively logged tropical forest. *The Commonwealth Forestry Review*, 74(3): 253-258. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/42608376>
- PRONARE-SEMARNAP. 2000. Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal. Programa Nacional de Reforestación-Secretaría del Medio Ambiente y Pesca. 2000. núm 4. 3948 p.
- Putz F.E. 1993. Hope for Tropical Forestry and Conservation. *Conservation Biology*. 7(3): 734-736. Doi: 10.1046/j.1523-1739.1993.07030734.x
- Quinto L., Martínez-Hernández P.A., Pimentel-Briebesca L., Rodríguez-Trejo D.A. 2009. Alternativas para mejorar la germinación de semillas de tres árboles tropicales. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 15(1): 23-28.
- Salazar R. 1997. *Tabebuia rosea* (Bertol) DC. Nota Técnica sobre Manejo de Semillas Forestales, CATIE, No. 8. 2 pp.
- Smith D.M. 1986. *The Theory and Practice of Silviculture*. John Wiley and Sons, New York, NY.
- Sterne K., Roche L. 1974. *Genetics of forest ecosystems*. Srping-Verlag, New York, USA.