

Remoción y germinación de semillas de cuatro árboles nativos de la selva baja caducifolia del centro de Veracruz

Oscar Osvaldo Ponce González¹, Víctor Hugo Cambrón Sandoval¹ y Claudia Álvarez Aquino²

¹Facultad de Ciencias Naturales, Universidad Autónoma de Querétaro;

²Instituto de Investigaciones Forestales, Universidad Veracruzana.

Resumen

La selva baja caducifolia ha sido ampliamente perturbada por diversas actividades humanas. En este trabajo se evaluó la germinación y remoción de semillas en cuatro árboles tropicales nativos, *Acacia cochliacantha*, *Caesalpinia cacalaco*, *Ipomoea wolcottiana* y *Senna atomaria*, los cuales han sido ampliamente usados por los pobladores locales de la selva baja caducifolia del centro de Veracruz. La remoción de semillas consistió en tratamientos de acceso total, exclusión de insectos y exclusión de roedores, y presentó valores menores al 30%, excepto para *S. atomaria* con una remoción mayor al 50%. El mayor porcentaje de remoción se registró en el tratamiento acceso total (60%), mientras que el menor fue en el de exclusión de insectos (1%). Las pruebas de germinación *in situ* se realizaron dentro de un potrero, en vegetación secundaria y en un fragmento de bosque. Para las cuatro especies, el tratamiento pre-germinativo de escarificación presentó los mayores porcentajes de germinación *ex situ* e *in situ*. Se observaron diferencias significativas con el tratamiento sin escarificación. Para ambos casos, con y sin escarificación, no hubo efecto de sitio, por lo tanto, las diferencias en la germinación entre potrero, vegetación secundaria y

fragmento de bosque no fueron estadísticamente significativas. *Acacia cochliacantha*, *Caesalpinia cacalaco* e *Ipomoea wolcottiana* representan una alternativa para llevar a cabo programas de reforestación o proyectos de restauración en sitios degradados de la selva baja caducifolia.

Palabras clave: Escarificación, fragmento de bosque, potrero, reforestación, restauración pasiva, vegetación secundaria.

Abstract

The tropical dry forest has been extensively disturbed by human activities. Seed removal and germination experiments were conducted in four tropical native trees *Acacia cochliacantha*, *Caesalpinia cacalaco*, *Ipomoea wolcottiana* and *Senna atomaria*, which have been widely used by local inhabitants of the tropical dry forest in central Veracruz. The removal of seeds consisted in full access, exclusion of insects and exclusion of rodents treatments, and showed values below 30%, except for *S. atomaria* with more than 50%. The highest removal percentage was recorded in treatment total access (60%), while the lowest in the exclusion of insects (1%). Germination experiments were performed *in situ* in a pasture, secondary vegetation and in a forest fragment. For the four species, pre-germination scarification treatment had the highest percentages of germination *ex situ* and *in situ*. Significant differences were observed with the treatment without scarification. In both cases, with and without scarification, differences in germination between pasture, secondary vegetation and forest fragment were not statistically significant. *Acacia cochliacantha*, *Caesalpinia cacalaco* e *Ipomoea wolcottiana* represent an alternative to carry out reforestation programs and restoration projects in degraded sites of the tropical dry forest.

Key words: Forest fragment, passive restoration, pasture reforestation, scarification, secondary forest.

Introducción

La constante amenaza de algunas actividades humanas prioriza la necesidad de conservar y manejar la diversidad biológica de los ecosistemas naturales. Desde hace varias décadas, la selva baja caducifolia (SBC) ha sido uno de los ecosistemas más amenazados a nivel mundial (Janzen 1988; Vieira y Scariot 2006). Se considera que la SBC representa el 42% de la vegetación tropical a nivel mundial y que cerca del 78% ha sido perturbado por algún tipo de actividad humana (Ceballos y col. 2010). En México, se calcula una tasa anual de deforestación entre 1.4% y 2% para la SBC (Trejo y Dirzo 2000; Pineda-García y col. 2007). Por lo cual, es indispensable la reestructuración de los programas de conservación y restauración para disminuir el continuo deterioro de la SBC (Rincón y col. 2000). Sin embargo, en términos generales la atención hacia la SBC, en comparación con otros ecosistemas como

los bosques templados, se considera insuficiente, aunado a esto, la falta de estudios sobre la regeneración natural y la restauración dentro de la SBC aumenta el grado de desconocimiento y desinterés del ecosistema (Meli 2003; Vieira y Scariot 2006).

La germinación, supervivencia, crecimiento del renuevo, la dispersión y la depredación de semillas son algunos de los procesos importantes para la recuperación de la SBC (Holl y col. 2000). En la SBC, la baja disponibilidad de semillas en áreas abiertas y la falta de condiciones favorables para su germinación son algunas de las mayores limitaciones para que ocurra la regeneración natural (Vieira y Scariot 2006). Por otra parte, la remoción de las semillas, definida como el traslado de propágulos de un sitio a otro (Janzen 1982), también es considerada como una fase crucial en la regeneración y estructura de las poblaciones vegetales (Dirzo y Miranda 1990; Pierre-Michael y Milleron 1991). Asimismo, el conocimiento del proceso germinativo de las distintas especies es de suma importancia desde el punto de vista de la conservación, propagación y manejo de los recursos vegetales (Moreno 1996) y, por lo tanto, de gran utilidad en la reintroducción y/o propagación de especies dentro de sus ambientes originales (Benítez y col. 2004). El presente estudio tiene por objetivo principal proporcionar algunos elementos para seleccionar especies adecuadas para su uso en futuros programas de reforestación o restauración de la SBC. Las especies utilizadas son cuatro árboles nativos (*Acacia cochliacantha*, *Caesalpinia cacalaco*, *Ipomoea wolcottiana* y *Senna atomaria*) que cuentan con las características de disponibilidad de propágulos y capacidad de tolerar ambientes perturbados.



Figura 1. Área de estudio en el centro de Veracruz, México.

Materiales y Métodos

Área de estudio

El estudio se realizó en el municipio de Paso de Ovejas, Veracruz, México (N 19° 17" y W 96° 26", altitud 40 msnm; Figura 1). La vegetación corresponde a SBC con distintos grados de perturbación.

Especies seleccionadas

Las cuatro especies utilizadas en este trabajo son nativas de la SBC, aunque frecuentemente se les encuentra formando parte de la vegetación secundaria derivada de ésta. Esta característica puede ser clave en los procesos de la sucesión ecológica. Además, reciben distintos usos por la población local, como: leña, cerca viva, forraje (*Acacia cochliacantha*), postes para cerca, talabartería (*Caesalpinia cacalaco*), cultivo de hongos (*Ipomoea wolcottiana*), construcción, carbón (*Senna atomaria*), entre otros.

Colecta de semillas

Las semillas fueron colectadas aleatoriamente de cinco a diez árboles adultos para cada una de las especies, principalmente en áreas con vegetación secundaria derivadas de la SBC. La colecta se realizó en el periodo mayo-agosto del 2007. Las semillas se almacenaron en bolsas de papel hasta ser usadas durante la estación lluviosa (agosto) del mismo año.

Remoción de semillas

Se seleccionaron tres árboles madre de cada especie, dividiendo la sombra de cada uno de ellos en dirección norte, sur, este y oeste, en las cuales se establecieron los tratamientos, seleccionando solo árboles con producción aparente de fruto. Dentro de cada cua-

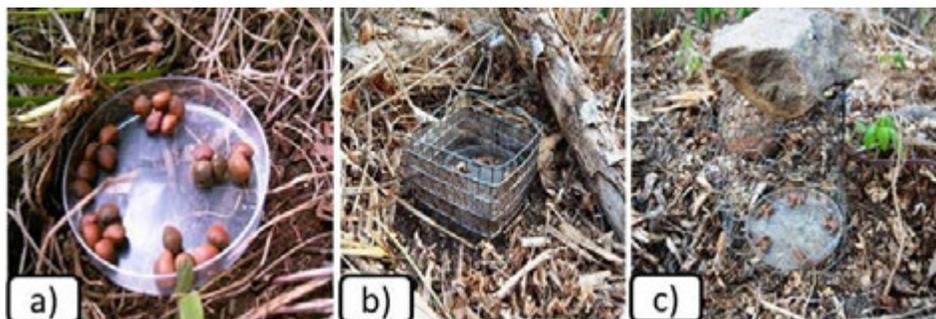


Figura 2. Tratamientos utilizados para evaluar la remoción; a) acceso total, b) exclusión insectos, c) exclusión roedores.

drante se aplicaron tres niveles de tratamiento: a) acceso total, b) exclusión de insectos y c) exclusión de roedores (Figura 2). Para los tratamientos b y c se utilizaron cajas de malla metálica de 20×20×10 cm, estableciendo 25 semillas por caja Petri con cuatro repeticiones por tratamiento en cada árbol. El conteo de la remoción se realizó diariamente (matutino) durante los primeros cinco días y cada tercer día durante las tres semanas siguientes.

Germinación *ex situ* e *in situ*

Los ensayos de germinación de las especies seleccionadas se realizaron en laboratorio y campo (*ex situ* e *in situ*), utilizando dos tratamientos: 1) con escarificación mecánica y 2) sin escarificación. La escarificación consistió en un pequeño corte de la testa; posteriormente las semillas fueron sumergidas en agua destilada durante 24 horas. Finalmente las semillas se colocaron dentro de una cámara de germinación (Lab-Line Instruments INC®.) simulando las condiciones ambientales del sitio de estudio (25 a 30°C de temperatura) y fotoperiodos de 12/12 horas luz/obscuridad. Dentro de la cámara se colocaron cajas de Petri con algodón estéril y 50 semillas cada una. Se realizaron cuatro repeticiones por tratamiento.

La germinación *in situ* se evaluó en tres ambientes distintos: a) potrero, b) vegetación secundaria y c) fragmento de bosque, ambientes característicos del paisaje en la zona de estudio. En cada ambiente se estableció un lote de 1m² por especie, dentro del cual se establecieron aleatoriamente los tratamientos (con escarificación y sin escarificación) con muestras de 50 semillas y 4 repeticiones cada uno (Figura 3). Las semillas fueron colocadas entre 1 y 2 cm de profundidad en el suelo para su germinación y se protegieron de la depredación o remoción con cajas de malla metálica de 20×20×10 cm. Las muestras se revisaron diariamente durante la primera semana y cada tercer día durante las siguientes tres semanas.



Figura 3. Diseño experimental para las pruebas de germinación *in situ*.

Análisis de datos

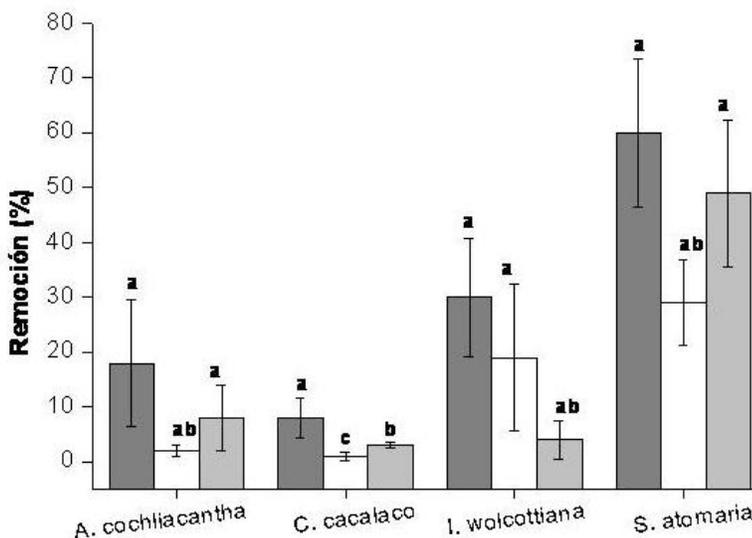
Previo al análisis estadístico, se realizaron pruebas de normalidad de los datos para cumplir con el supuesto de distribución normal de los mismos. Para determinar el efecto de los ambientes en las especies y la combinación de ambos sobre la germinación, se aplicaron pruebas de t de Student y análisis de varianza de una vía (ANOVA). Se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa cuando se estimaron diferencias significativas para comparar pares de medias. Los análisis estadísticos se realizaron mediante el programa Minitab (Minitab, Release 12.1, 1998).

Resultados

Remoción de semillas

En general, la remoción de semillas en la zona de estudio presentó valores menores al 30%, con excepción de *S. atomaria* que obtuvo una remoción mayor al 50%. El mayor porcentaje de remoción se registró dentro del tratamiento acceso total (60%), mientras que el menor ocurrió en la exclusión de insectos (1%). A nivel de especie, el mayor porcentaje se observó en *S. atomaria* (60%) y el menor se obtuvo en *C. cacalaco* (1%). Se estimaron diferencias significativas ($P < 0.05$) entre especies para cada uno de los tratamientos (acceso total: $H = 17.14$, exclusión de insectos: $H = 23.09$, exclusión de roedores $H = 17.73$; $GL = 3$, $P < 0.05$; Figura 4).

Figura 4. Porcentaje de remoción de semillas por especie en cada uno de los tratamientos. ■ = acceso total, □ = exclusión insectos, ▨ = exclusión roedores. Letras diferentes indican diferencias significativas ($P = 0.05$) entre tratamientos.



Se observó un patrón de remoción de semillas similar dentro del tratamiento de acceso total para *S. atomaria*, *A. cochliacantha* y *C. cacalaco*. No se estimaron diferencias significativas entre tratamientos, contrastando con lo observado en *I. wolcottiana*, en donde si fue posible establecer diferencias significativas ($P < 0.05$) entre tratamientos. Las semillas de *S. atomaria* fueron las que mostraron más alta cantidad de remoción, con una mayor actividad durante los primeros 20 días. En *A. cochliacantha*, *C. cacalaco* e *I. wolcottiana* también se observó actividad, aunque en menor grado que *S. atomaria*.

Germinación *ex situ*

En las cuatro especies, el tratamiento pre-germinativo de escarificación mecánica presentó los mayores porcentajes de germinación en las semillas, observándose diferencias significativas ($t=7.58$, $GL=17$, $P < 0.05$) con el tratamiento sin escarificación (Cuadro 1). La conjunción de tratamientos (cámara de germinación, escarificación e inmersión en agua) presentó una influencia positiva sobre las semillas de al menos tres especies. Con la escarificación, las semillas de *A. cochliacantha*, *C. cacalaco* e *I. wolcottiana* alcanzaron cerca del 100 % de germinación. En contraste, sin la escarificación los porcentajes fueron menores al 20% y casi nulos para *S. atomaria*, observando diferencias significativas entre las especies en los tratamientos con y sin escarificación [con escarificación: $F=99.36$, $GL=3$, $P < 0.05$; sin escarificación: $F=58.37$] (Figura 5).

CUADRO 1				
Porcentajes (promedio + error estándar) de la germinación <i>ex situ</i>				
Especie	Familia	Tratamiento	% germinación <i>ex situ</i>	L ₅₀
<i>A. cochliacantha</i>	Leguminosae	Escarificación	81.0 ± 4.5	Día 3
		Sin escarificación	0.5 ± 0.5	—
<i>C. cacalaco</i>	Leguminosae	Escarificación	98.5 ± 1.0	Día 3
		Sin escarificación	5.5 ± 1.0	—
<i>I. wolcottiana</i>	Convolvulaceae	Escarificación	99.0 ± 1.0	Día 2
		Sin escarificación	18.5 ± 1.5	—
<i>S. atomaria</i>	Leguminosae	Escarificación	18.5 ± 3.6	—
		Sin escarificación	2.0 ± 0.8	—

Para las cuatro especies la germinación inició durante el segundo día de tratamiento, con tasas de germinación superiores dentro del tratamiento de escarificación, el cual, ocurrió de manera sincrónica. En cuanto a las semillas sin escarificar, el evento se presentó de manera muy extendida en el tiempo, siendo *I. wolcottiana* la especie con mayor velocidad de germinación. Las especies restantes comenzaron la germinación 15 días después de inicia-

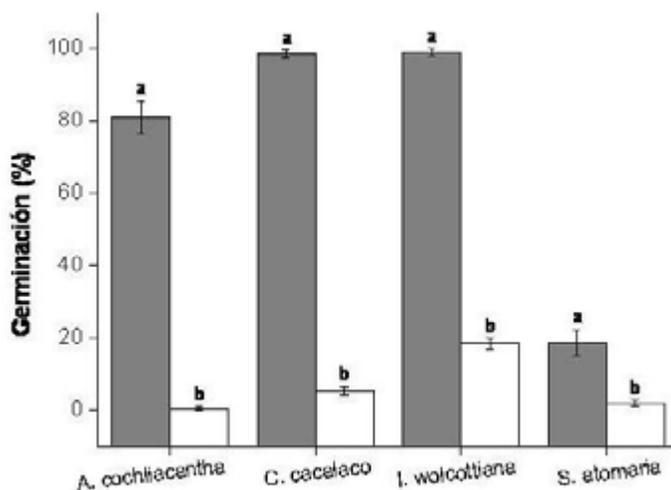


Figura 5. Porcentaje de germinación *ex situ*. ■ = con escarificación, □ = sin escarificación. Letras diferentes mostraron diferencias significativas entre tratamientos.

do el experimento. La L_{50} o tiempo en el que el 50% de las semillas germinan, se registró en las semillas escarificadas de *I. wolcottiana* ($L_{50}= 1$), *A. cochliacantha* y *C. cacalaco* ($L_{50}= 3$, para ambas especies).

CUADRO 2									
Porcentaje (promedio + error estándar) de la germinación <i>in situ</i> dentro de los tres ambientes en la SBC									
Especie	Ambiente <i>in situ</i>								
	Potrero			Vegetación secundaria			Bosque		
	C.E	S.E	L_{50}	C.E	S.E	L_{50}	C.E	S.E	L_{50}
<i>Acacia</i>	48.0±2.2	4.0±2.3	—	32.5±3.6	0.5±0.5	—	61.0±3.1	4.5±2.2	Día 5
<i>Caesalpinia</i>	54.0±3.7	11.0±3.1	Día 5	54.5±2.4	9.5±2.5	Día 10	52.5±6.3	7.7±1.9	Día 5
<i>Ipomoea</i>	92.5±2.6	10.0±1.4	Día 4	99.5±0.5	7.5±1.7	Día 3	99.5±0.5	7.0±1.0	Día 3
<i>Senna</i>	16.5±3.3	12.0±1.6	—	12.0±2.4	11.0±2.4	—	0.5±0.5	7.5±4.3	—

Germinación *in situ*

Al igual que en el experimento de germinación *ex situ*, las semillas escarificadas registraron porcentajes mayores del 50% (excepto para *S. atomaria*; Cuadro 2). Por otro lado, las no escarificadas presentaron porcentajes de germinación que no rebasaron el 12% bajo ningún ambiente (Figura 6). Se observaron diferencias significativas ($t= 8.58$, $GL= 52$, $P< 0.05$) entre semillas con y sin escarificación y una respuesta similar de las especies bajo los tratamientos ($F=8.86$, $GL= 3$, $P<0.05$).

Remoción y germinación de semillas de cuatro árboles nativos....

Para ambos casos, con y sin escarificación no se registró efecto de sitio, por lo tanto, las diferencias en la germinación entre potrero, vegetación secundaria y fragmento de bosque no fueron estadísticamente significativas (con escarificación: $F=0.06$ y sin escarificación: 1.13 , $GL=2$, $P>0.05$). Sin embargo, al analizar únicamente las semillas escarificadas se encontraron diferencias significativas entre las especies ($F=157.47$, $GL=3$, $P<0.05$). El mayor porcentaje lo registró *I. wolcottiana* siendo *S. atomaria* la única especie que germinó mejor sin tratamiento dentro del bosque, mientras que en la vegetación secundaria los porcentajes fueron similares para todas las especies de estudio. Únicamente se pudo establecer la L_{50} en las semillas escarificadas de *C. cacalaco* e *I. wolcottiana*. En general, la tasa de germinación en semillas escarificadas presentó una variación mínima tanto a nivel de especies como de ambientes.

Las cuatro especies iniciaron su germinación entre el segundo y cuarto día, sin embargo, a partir del quinto día todas las especies dejaron de incrementarla. En cambio, en las

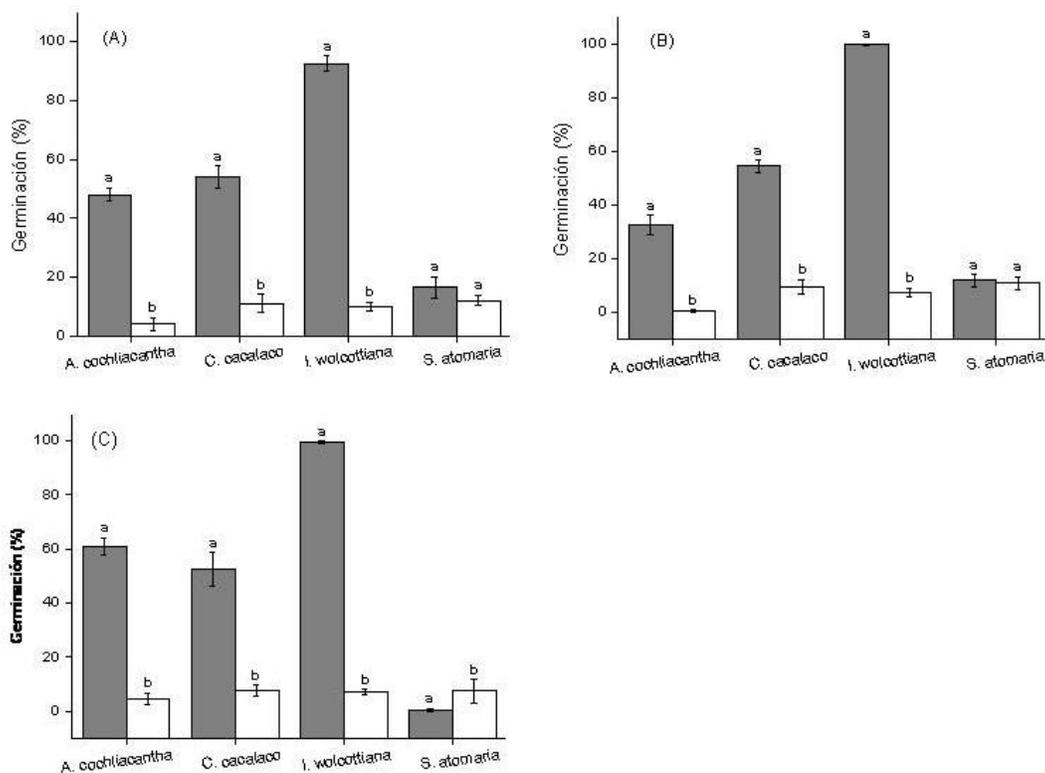


Figura 6. Porcentaje de germinación *in situ*. A) potrero, B) vegetación secundaria y C) bosque. ■ = con escarificación, □ = sin escarificación. Letras diferentes muestran diferencias entre tratamientos.

semillas sin escarificar los resultados fueron distintos a los obtenidos en laboratorio, ya que la germinación fue escasa y menos espaciada en el tiempo (Figura 7).

Discusión

Remoción de semillas

Diversos estudios han reportado la elevada competencia entre consumidores de frutos y semillas en las selvas tropicales (Smythe 1986), siendo una de las limitantes para la regeneración natural (Pierre-Michael y Milleron 1991). Además, la distribución y abundancia de ciertas especies puede verse afectada (Dirzo y Domínguez 1986). Sin embargo, dentro del presente estudio no se observó una alta depredación de semillas, lo cual podría estar estrechamente relacionado con la presencia y abundancia de fauna silvestre en el hábitat

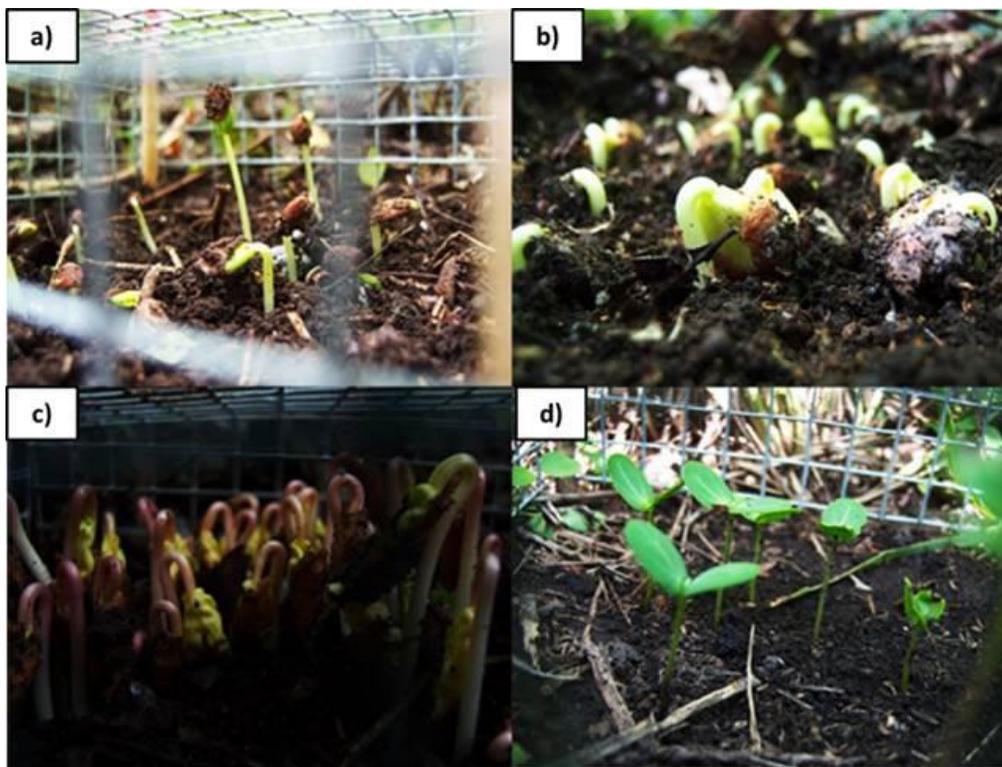


Figura 7. Germinación de las cuatro especies *in situ*; a) *A. cochliacantha*, b) *C. cacalaco*, c) *I. Wolcottiana* y d) *S. atomaria*.

estudiado. De igual forma, la escasa remoción que se presentó durante el desarrollo del estudio también podría explicarse con base en el tipo y calidad de los propágulos de las especies seleccionadas. Las semillas con menor tamaño y una fisonomía apta para ser transportadas (p.ej. *A. cochliacantha*, *I. wolcottiana* y *S. atomaria*) obtuvieron elevados porcentajes de remoción, con una tendencia de incremento con el paso del tiempo. Resultados similares han sido discutidos por otros investigadores como Jones y col. (2003), en donde las plantas productoras de semillas pequeñas presentaron mayores porcentajes de semillas removidas.

Por otra parte, es probable que a partir de los resultados obtenidos no se pueda valorar la importancia de cada uno de los potenciales agentes removedores, ya que no fue posible identificar las especies que participaron en el proceso. No obstante, se puede inferir que mamíferos de talla menor (como roedores) o invertebrados (como hormigas) presentarían mayor influencia en la remoción de estas semillas. En otros estudios, roedores y hormigas han sido reportados como los principales causantes de la remoción de semillas (Janzen 1982; del Val y Dirzo 2004). Sin embargo, se observaron semillas de *A. cochliacantha*, *S. atomaria* y *C. cacalaco* en excretas del ganado vacuno, lo que nos permite considerarlo como removedor que actúa post-dispersión de las semillas.

En el caso de *I. wolcottiana* fue posible identificar a una hormiga cortadora de hojas del género *Atta* como el principal removedor de sus semillas (Figura 8). Aun cuando no se observó directamente la remoción, ésta se infiere al detectar una gran parte de las semillas en la entrada del nido y sobre los senderos que transitan. Es posible considerar que la gran dispersión por viento de semillas de *I. wolcottiana* puede ser una de las razones por la que su remoción haya sido escasa en este experimento, ya que su alta disponibilidad en el área de estudio pudo hacer poco atractivas las semillas colocadas en los tratamientos.



Figura 8. Remoción de semillas por una hormiga del género *Atta*; a) semillas fuera del nido, b) establecimiento de *I. wolcottiana* alrededor de los nidos.

Germinación *ex situ*

Respecto al tratamiento de escarificación, los patrones de germinación registrados en laboratorio y campo fueron similares. Las semillas de los cuatro árboles presentan una testa dura e impermeable que provoca un tipo latencia impuesta al privar al embrión de agua, gases e impidiendo mecánicamente su crecimiento (Blain y Kellman 1991). Este es un rasgo común en algunas familias como Leguminosae y Convolvulaceae (Moreno-Casasola y col. 1994). En varios estudios la escarificación mecánica ha producido resultados exitosos, como es el caso de Cervantes y col. (1996) con seis especies de leguminosas del sur de México.

Por otra parte, se considera que las condiciones de temperatura y humedad no influyeron de forma significativa en la germinación de la mayoría de las especies. Sin embargo, *Senna atomaria* fue la única especie en este trabajo que no fue beneficiada por el tratamiento de escarificación y las condiciones de la cámara de germinación. Esta respuesta es similar al reportado por Godínez-Álvarez y Flores-Martínez (1999) con otra especie del género *Senna*, sugiriendo que algunas especies de este género necesitan tratamientos pre-germinativos más específicos. Para el resto de las especies, su testa necesita ser escarificada para lograr una germinación exitosa, de lo contrario, la germinación presentará niveles muy escasos y ampliamente extendidos en el tiempo.

Germinación *in situ*

Se ha planteado que la germinación y el temprano establecimiento de las plántulas en la SBC dependen principalmente de la disponibilidad de agua (McLaren y McDonald 2003). En el experimento en campo, las semillas fueron sembradas al comienzo de la estación lluviosa y, a excepción de las semillas escarificadas, no ocurrió una notable germinación en las cuatro especies. Además, se ha mencionado que la profundidad de sembrado puede afectar la germinación de las semillas, lo cual está estrechamente relacionado con el tamaño de éstas. Las observaciones hechas en campo demostraron que la profundidad de sembrado (1-2 cm) y las condiciones de micro-sitio no representaron una barrera para la germinación de las semillas escarificadas de *I. wolcottiana*, *C. cacalaco* y *A. Cochliacantha*. Aunque, en diversos estudios (p.ej. Engel y Parrotta 2001; Camargo y col. 2002) se ha comprobado que las condiciones micro-ambientales de un sitio pueden influir sobre la remoción y el reclutamiento de las especies al afectar la disponibilidad de humedad, la estructura del suelo y los niveles de nutrientes disponibles.

La restauración de una selva o un bosque depende principalmente de la selección, combinación y uso apropiado de diferentes herramientas para cada etapa y cada caso en particular (Holz y Placci, 2005). En el caso del presente estudio las implicaciones de los resultados en la restauración van de acuerdo a la capacidad de regeneración natural (restauración pasiva) o propagación de las especies para un posterior trasplante. Los resultados que mostraron *I. wolcottiana*, *C. cacalaco* y *A. cochliacantha* abren perspectivas a estudios posteriores en donde se evalúe el establecimiento y supervivencia de sus plántulas, teniendo

do como principal objetivo lograr la restauración, rehabilitación o reforestación de la SBC de una manera práctica y a menor costo.

La utilización de la siembra directa de semillas como medio para la restauración de áreas degradadas ha sido una alternativa poco empleada en la SBC. Esto se debe principalmente a la obtención de bajos niveles en la germinación y supervivencia de las plántulas, por lo cual se necesitan hacer pruebas preliminares de la adaptabilidad de las especies a la siembra directa de sus semillas bajo condiciones de campo (Engel y Parrota, 2001). El uso de técnicas sencillas en la propagación de especies representa una gran ventaja para la recuperación de terrenos degradados, sobre todo si sus propietarios no cuentan con suficientes recursos económicos.

Conclusiones

Los resultados de germinación *ex situ* e *in situ* sugieren que las especies *Ipomoea wolcottiana*, *Caesalpinia cacalaco* y *Acacia cochliacantha* son candidatas a ser utilizadas en programas de restauración en la zona, ya sea germinadas en laboratorio para ser transportadas a un vivero previo a su trasplante, o bien como siembra directa en temporada de lluvias. El presente estudio presenta alternativas en la aplicación de programas de reforestación o proyectos de restauración de sitios degradados de la SBC.

Agradecimientos

Este estudio formó parte del proyecto REFORLAN (Restoration of Forest Landscapes for Biodiversity Conservation and Rural Development in the Drylands of Latin America) financiado por la Comisión Europea (contrato No. INCO-CT2006-032132) y el Instituto de Ecología, A.C. Agradecemos especialmente a Guadalupe Williams-Linera por el apoyo brindado para la realización de este trabajo. Agradecemos también a Javier Tolome y Alfonso Suárez por el apoyo logístico en campo y laboratorio.

Referencias

- Benítez, G., Ma.T. Pulido-Salas y M. Equihua. 2004. Árboles multiusos nativos de Veracruz. Instituto de Ecología, A.C. SIGOLFO. CONAFOR. Xalapa, Veracruz, México.
- Blain, D. y M. Kellman. 1991. The effect of water supply on tree seed germination and seedling survival in a tropical seasonal forest in Veracruz, Mexico. *Journal of Tropical Ecology*. 7: 69-83.
- Camargo, J.L.C., I.D. Kossman y A.M. Imakawa. 2002. Rehabilitation of degraded areas of Central Amazonia using direct sowing of forest trees seeds. *Restoration Ecology*. 10(4): 636-644.

- Ceballos, G., C. Cantú y J. Bezaury. 2010. Áreas de conservación de las regiones prioritarias de las selvas secas. En: *Diversidad, amenazas y áreas prioritarias para la conservación de las selvas secas del oeste de México.* (G. Ceballos, A. García, L. Martínez, E. Espinosa, J. Bezaury y R. Dirzo, Eds.) CONABIO-UNAM. México.
- Cervantes, V., J. Carabias y C. Vázquez-Yanes. 1996. Seed germination of woody legumes from deciduous tropical forest of southern Mexico. *Forest Ecology and Management.* 82(1-3): 171-184.
- del Val, E. y R. Dirzo. 2004. Mirmecofilia: las plantas con ejército propio. *Interciencia.* 29(12): 673-679.
- Dirzo R. y C. A. Domínguez. 1986. Seed shadows, seed predation and the advantages of dispersal. En: *Frugivores and seed dispersal.* (A. Estrada y T.H. Fleming, Eds.) Dr. Junk Publishers. Dordrecht, Holanda.
- Dirzo, R. y A. Miranda. 1990. Contemporary neotropical defaunation and forest structure, function, and diversity- A sequel to John Terborgh. *Conservation Biology.* 4: 444-447.
- Engel, V.L. y J.A. Parrota. 2001. An evaluation of direct seeding for restoration of degraded lands in central Sao Paulo state, Brazil. *Forest Ecology and Management.* 152: 169-181.
- Godínez-Álvarez H. y A. Flores-Martínez. 1999. Germinación de semillas de 32 especies de plantas de la costa de Guerrero: su utilidad para la restauración ecológica. *Polibotánica* 11:1-19.
- Holl, K.D., M.E. Loik, E.H. Lin y I.A. Samuels. 2000. Forest restoration in Costa Rica: overcoming barriers to dispersal and establishment. *Restoration Ecology.* 8(4): 339-349.
- Holz, S. y G. Placci. 2005. Stimulating natural regeneration. En: *Forest Restoration in landscapes: beyond planting trees.* (S. Mansourian, D. Vallauri y N. Dudley, Eds.) Springer. New York.
- Janzen, D.H. 1982. Removal of seeds from dung by tropical rodents: influence of habitat and amount of dung. *Ecology.* 63: 1887-1900.
- Janzen, D.H. 1988. Tropical dry forests, the most endangered major tropical ecosystem. En: *Biodiversity.* (E.O Wilson, Ed.) National Academy Press. Washington, D.C.
- Jones, F.A., C.J. Peterson y B.L. Haines. 2003. Seed predation in neotropical pre-montane pastures: site, distance, and species effects. *Biotropica.* 35: 219-225.
- McLaren, K.P. y M.A. McDonald. 2003. The effects of moisture and shade on seed germination and seedling survival in a tropical dry forest in Jamaica. *Forest Ecology and Management.* 183: 61-75.
- Meli, P. 2003. Restauración ecológica de bosques tropicales. Veinte años de investigación académica. *Interciencia.* 28(10): 581-589.
- Moreno, M.E. 1996. Análisis físico y biológico de semillas agrícolas. UNAM, México.

- Moreno-Casasola, P., J.P. Grime y L. Martínez. 1994. A comparative study of the effects of fluctuations in temperature and moisture supply on hard coat dormancy in seeds of coastal tropical legumes in México. *Journal of Tropical Ecology*. 10: 67-86.
- Pierre-Michael, F. y T. Milleron. 1991. Evidence for secondary seed dispersal by rodents in Panama. *Oecologia*. 87: 596-599.
- Pineda-García, F., L. Arredondo-Amezcuca y G. Ibarra-Manríquez. 2007. Riqueza y diversidad de especies leñosas de la selva baja caducifolia El Tarimo, Cuenca del Balsas, Guerrero. *Revista Mexicana de Biodiversidad*. 78(1): 129-139.
- Rincón, E., M. Álvarez, G. González, P. Huante y A. Hernández. Restauración en selvas bajas caducifolias. Instituto de Ecología, Universidad Autónoma de México. Marzo de 2000 [En línea] Disponible: <<http://www.ine.gob.mx/ueajei/publicaciones/gacetas/243/sbajas.html>> 14 Agosto 2012.
- Smythe, N. 1986. Competition and resource partitioning in the guild of neotropical terrestrial frugivorous mammals. *Annal Review of Ecology and Systematics*. 17: 169-188.
- Trejo, I. y R. Dirzo. 2000. Deforestation of seasonally dry tropical forest: a national and local analysis in Mexico. *Biological Conservation*. 94: 133-142.
- Vieira, D.L. y A. Scariot. 2006. Principles of natural regeneration of tropical dry forests for restoration. *Restoration Ecology*. 14(1):11-20.