



Restauración forestal en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México

Departamento de Ecología y Sistemática Terrestres, El Colegio de la Frontera Sur, Carretera Panamericana y Periférico Sur S/N, Col. Ma. Auxiliadora, C.P. 29290, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas, Tel. 01-967-674 9000, ext. 1321, Fax: 01-967-6749021; Web: www.ecosur.mx/conservacion/restauracion.html

Dr. Neptalí Ramírez Marcial (nramirezm@ecosur.mx)
Dr. Mario González Espinosa (mgonzale@ecosur.mx)
Sr. Miguel Martínez Icó
Sr. Alfonso Luna Gómez

Biodiversidad: Conservación y Restauración, A.C. (BIOCORES), Tapachula 17, Barrio El Cerrillo, San Cristóbal de Las Casas C.P. 29220, Chiapas, México. Tel. y Fax: 01-967-678 85 51; Web: <http://www.biocores.org.mx/>

M. en C. Angelica Camacho Cruz (acamacho@biocores.org.mx)
M. en C. Luis Galindo Jaimes (lgalindo@biocores.org.mx)
Dr. Antonio Santiago Lastra (jsantiago@biocores.org.mx)

Agosto de 2007

Introducción

El cambio de uso del suelo bajo distintos regímenes de uso y aprovechamiento de sus recursos naturales han alterado la estructura y función del bosque a tal grado que en muchas áreas su recuperación no parecería factible sin algún tipo de intervención. La explotación forestal, el uso agrícola y el pastoreo libre son algunas de las causas principales de la alteración de la composición florística y la estructura del bosque mesófilo de montaña. El caso del Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) es un buen ejemplo de la transformación del bosque mesófilo en comunidades cada vez más dominadas por bosques de pino, promovidos por pastoreo e incendios forestales frecuentes. Las especies de árboles del interior del bosque han sido las más severamente afectadas al grado que numerosas poblaciones de especies arbóreas se encuentran amenazadas con la extinción. La conservación y restauración de estos sistemas boscosos, resultan cruciales para el mantenimiento de las múltiples interacciones biológicas y de las actividades económicas de los grupos sociales que de ellos dependen. Muchas de las especies típicas del bosque mesófilo de montaña se consideran sucesionalmente intermedias o tardías, por lo que requieren de la preexistencia de una cubierta arbórea para asegurar un buen establecimiento. Para que las medidas encaminadas a la recuperación de la estructura y composición forestal del bosque mesófilo puedan ser exitosas, es necesario disponer de bases de información sólidas sobre aspectos biológicos y de uso de las especies que caracterizan los sistemas ecológicos de interés, tanto como de la información de los efectos del uso de las especies y su vulnerabilidad como poblaciones naturales o manejadas. Presentamos los resultados de tres años de investigación del desempeño de 16 especies de árboles nativos del bosque mesófilo establecidos bajo un sistema de enriquecimiento de bosques secundarios dentro de los límites del PNLM. Los resultados sugieren una clara diferencia en la respuesta de las especies de acuerdo con el “estatus sucesional” de las mismas, siendo evidente la mejor respuesta en supervivencia de las especies tempranas, mientras que para aquellas especies intermedias y sobre todo tardías, las condiciones del hábitat prevalecientes en estos bosques secundarios aún no son suficientes para asegurar su permanencia.

Antecedentes

El Bosque Mesófilo de Montaña por definición se considera un ecosistema de distribución restringida y limitada a condiciones ecológicas específicas. Se calcula que ocupa no más de 1% del territorio mexicano (Rzedowski 1996). Actualmente esta cifra se ha reducido significativamente, principalmente a causa del disturbio antrópico al que ha estado sometido en las últimas décadas (Ochoa-Gaona y González-Espinosa, 2000; Ramírez-Marcial, 2001, 2003; Ramírez-Marcial *et al.*, 2001).

El Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM) es único por su ubicación y refugio de elementos de flora y fauna; además de fungir como un importante regulador bioclimático de la región y unos espectaculares cuerpos lacustres multicolores (Figs. 1 y 2). Sin embargo, en la actualidad el PNLM ha sufrido una serie de acciones y presiones que se han reflejado en el deterioro de sus principales componentes florísticos como producto del disturbio antrópico. El deterioro ecológico del Parque y de su belleza escénica ha sido especialmente severo en los últimos 10 años, en concreto durante el año de 1998 cuando se vio afectado por incendios en más del 50% del área del Parque, aunado al constante pisoteo del ganado y no pocos miles de turistas y paseantes que visitan el parque anualmente.

Figura 2. Vista panorámica de uno de los cuerpos de agua más espectaculares “Cinco Lagos” y el aspecto de la vegetación que fue afectada por los incendios forestales en 1998. Foto (NRM, septiembre 2001).

El 16 de diciembre de 1959 a través de las gestiones del presidente Adolfo López Mateos, se decretaron 6,022 hectáreas de terrenos privados cuyos títulos de propiedad se los disputaban varios dueños. La administración inicial de esta área fue concedida a la Secretaria de Agricultura y Ganadería bajo la denominación de Parque Nacional (Vargas Márquez, 1997). En la actualidad se le han reconocido 6,463 ha al PNLM, mismas que son custodiadas y administradas por la Comisión Nacional de Áreas Naturales Protegidas de México (CONANP), aunque a pesar de existir, hasta la fecha aun no se ha publicado el Plan de Manejo de esta área natural.

El mayor interés de este Parque lo constituye su valor como atractivos turístico a través de la presencia de 60 cuerpos lacustres, que varían en la extensión, forma y tonalidad del agua, con colores que van del azul pálido, el esmeralda, hasta el turquesa (Figs. 1 y 2). El PNLM quedó definido en un polígono irregular con límites sur-sureste de Chiapas y noroeste de Guatemala, dentro de los municipios de La Independencia y La Trinitaria (16°04'40" y 16°10'20" Norte y 91°37'40" y 91°47'40" Oeste), en un intervalo de altitud que varía entre 1380-1740 m. El clima está clasificado como semicálido (Acw"(w)ig) con presencia de abundantes lluvias de verano y con ausencia de heladas en los meses más fríos; la precipitación media anual es de 1840 mm y la temperatura media anual varía entre 16 y 18° C. En las partes más bajas y húmedas, la precipitación en la época seca (enero a mayo) puede llegar a 300 a 350 mm durante 30 a 59 días de lluvias; para las zonas montañosas la precipitación puede llegar a 350-400 mm durante 60 a 89 días de lluvia. Para la temporada húmeda (junio-noviembre) se considera de los meses de agosto a noviembre son los más lluviosos con una precipitación de 1200 a 1400 mm con 90 a 119 días de lluvia. Los distintos tipos de suelo presentes en el PNLM incluyen acrisoles, fluvisoles, gleysoles, litosoles, vertisoles y rendzinas, con texturas migajonasas (Melo y Cervantes, 1986).

Durante 1950-1954, se realizó el primer listado de plantas del PNLM, registrando cerca de 300 especies, 171 géneros y 85 familias de plantas vasculares y no vasculares. Para ese entonces, cerca de dos terceras partes de las especies en el bosque de Montebello y algo más de la mitad de las plantas del bosque contiguos contenían pinos, encinos y liquidámbar, mientras que un 33% del resto de las especies eran de amplia distribución tropical y sólo 11% se relacionaba con otras áreas similares del país (Carlson, 1954). La importancia de este estudio fue tal que permitió el establecimiento del primer Parque Nacional en el estado de Chiapas.

Desde su decreto, el PNLM tuvo varios inconvenientes para operar efectivamente como un área de protección y disfrute de la belleza natural. De origen hubo renuencia entre varios de los aparentes dueños de terrenos que resultaron afectados por la creación del Parque. Muchos de ellos no recibieron algún tipo de indemnización por la expropiación, lo que generó un descontento social y falta de respeto y observancia de las distintas disposiciones y leyes que rigen para las ANP's. Por años, el parque careció de presencia de infraestructura institucional más que para cobrar los mínimos ingreso de turistas al Parque. Con el paso de varias administraciones, se perdió el control de alrededor de la mitad del área localizada al oriente del polígono de Parque, el cual fue reclamada para sí y declarada Parque Natural Ejidal por los habitantes de Tziscão. Asimismo, desde mediados de la década de los ochenta, se establecieron dentro de los límites del Parque al menos tres campamentos de refugiados Guatemaltecos (Antela, Santiago El Vértice y Nueva Rosita), llegando a mantener hasta poco más de 200 familias, mismas que no fueron reubicadas, sino hasta finales del año 2001 (ACNUR, 2001). Por esta razón, gran parte de la superficie del Parque estuvo sujeta a continuos disturbios asociados con las actividades de los refugiados (aprovechamiento forestal, agricultura, pastoreo, cacería, incendios forestales, etc.), sin olvidar el efecto perturbador de los propios visitantes como turistas nacionales y extranjeros cuya presencia constituye otro factor de impacto sobre el Parque (Fig. 3).

Actualmente, el tipo de vegetación más común dentro del parque corresponde al Bosque de Pino-Encino-Liquidambar y Bosque de Pino, aunque es posible identificar ya muy pocos elementos típicos del Bosque Mesófilo de Montaña, principalmente hacia las cañadas y laderas más protegidas dentro del Parque. Asimismo, se reconoce la presencia de vegetación riparia, vegetación secundaria y algunas zonas de cultivo que acompañan a este tipo de vegetación. El Bosque de Pino es la comunidad más pobre en cuanto a flora se refiere, la mayoría de las especies que le corresponden están asociadas a los sitios más perturbados y adaptadas a condiciones extremas de temperatura y radiación solar

(Ramírez-Marcial 2003). El bosque de Pino–Encino–Liquidámbar, se localiza al Este del Parque, este tipo de asociación no es más que una mezcla de elementos de coníferas con especies de latifoliadas, que incluyen *Pinus oocarpa*, *P. maximinoi*, *Liquidambar styraciflua*, en co-dominancia con *Quercus sapotifolia* (Rodríguez-Sánchez, 2006). El Bosque Mesófilo de Montaña se encuentra en la parte norte del PNLM y se desarrolla principalmente en lugares con relieve muy accidentado en laderas muy pronunciadas (Melo y Cervantes, 1986). La especie más emblemática lo constituye *Hampea montebellensis* (Malvaceae), por ser considerada endémica del lugar (Fryxell, 1990), aunque la riqueza de especies leñosas (árboles y arbustos) está representada con aproximadamente 210 especies, este valor representa el 43-45% de la composición florística de especies leñosas registradas para regiones como Los Altos de Chiapas (N. Ramírez-Marcial, informe técnico no publicado).



Figura 3. Aspecto de distintas áreas del PNLM posteriores al incendio forestal ocurrido en 1998. Fotos: NRM (sep 2001).

Objetivo general

Establecer con fines de restauración forestal una plantación de enriquecimiento con 16 especies arbóreas nativas en sitios perturbados del Bosque Mesófilo de Montaña dentro del Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Objetivos particulares

1. Evaluar el porcentaje de supervivencia y el crecimiento en altura máxima y diámetro basal de 16 especies y su análisis de acuerdo con su categoría sucesional (pionera, intermedia o tardía).
2. Relacionar el porcentaje de supervivencia y el crecimiento en altura máxima y diámetro basal de las 16 especies plantadas bajo condiciones del suelo y cobertura vegetal.
3. Obtener un índice de respuesta integrado a partir de la supervivencia y tasas relativas de crecimiento de cada especie y definir un orden de importancia de este índice.

Premisas y resultados esperados

1. Partimos de que la supervivencia y el crecimiento (altura y diámetro) será diferente entre los tres estados sucesionales de las especies, independientemente del sitio donde sean plantadas, de tal suerte que las especies pioneras tendrán una mayor supervivencia y crecimiento que las intermedias y que las tardías.

2. Asimismo, suponemos que existe un orden predecible en la respuesta integrada de las especies que permite ubicarlas en términos de su efectividad para establecerse en áreas degradadas. Bajo este supuesto, se espera que las especies pioneras tengan una mayor respuesta global al combinar características de su supervivencia y tasas relativas de crecimiento.

Métodos

Plantaciones de enriquecimiento

Durante julio de 2003 se ubicaron 8 parcelas cuadradas (2500 m²) dentro de los límites del PNLM, que habían sido afectados por distintos disturbios, pero particularmente por los incendios forestales acontecidos durante el año de 1998 (Cuadro 1). Las parcelas se eligieron con base en recorridos de campo para identificar el tipo de cobertura vegetal a través de un inventario de la flora leñosa (Rodríguez Sánchez 2006). El material botánico se distinguió hasta especie con base en un catálogo itinerante de plantas de la región y en aquellos casos en los que no fue posible identificarlo, se realizaron colectas botánicas para su posterior determinación en el herbario de ECOSUR.

En Septiembre de 2003 se trasplantaron un total de 3,030 individuos en las 8 parcelas. El número de individuos varió entre especies (348-392 plantas) de acuerdo con su afinidad sucesional (tempranas, intermedias y tardías; Cuadro 2, Fig. 4). Las plantas fueron distribuidas aleatoriamente con un espaciamiento de 2.5 m entre ellas. A cada uno de los individuos trasplantados se les evaluó la supervivencia (%), altura máxima (cm), y el diámetro basal del tallo (cm), y se estimaron tasas relativas de crecimiento (TRC) para la altura y diámetro, que junto con la proporción de supervivencia se calculó un Índice de respuesta integrada (IRI) para cada especie (Quintana-Ascencio et al. 2004; Ramírez-Marcial et al. 2005; 2006).

Propiedades físicas y químicas de los suelos en las parcelas de restauración

Al inicio de la plantación, se tomaron 10 muestras de suelo elegidas al azar dentro de cada una de las ocho parcelas de restauración. Las muestras se trasladaron a San Cristóbal de Las Casas, donde se secaron al sol y posterior a su tamizado, se realizaron análisis físicos (estructura, color, densidad) y químicos (pH, materia orgánica, contenidos de Nitrógeno y Fósforo, capacidad de intercambio de cationes).

En su mayoría, se trata de suelos arcillosos, arenoso-arcillosos, con pH ácido (4.7-5.0), contenido medio de Nitrógeno total (0.4-0.52%), alta capacidad de intercambio catiónico (26.91-54.26 cmol/kg) y alto contenido de materia orgánica (8.43-13.38 %). Se considera que los suelos del PNLM son fértiles a pesar de que existe lixiviación por las abundantes lluvias que se presentan en la época húmeda, además de que no son muy compactos permitiendo así el desarrollo de las raíces de las plantas, la aeración del suelo y la penetración del agua sin que se llegue a la saturación.

Cuadro 1. Localización geográfica, altitud y especies dominantes presentes dentro de las ocho parcelas de restauración dentro del Parque Nacional Lagunas de Montebello (Ortiz Aguilar 2006).

Parcela	Latitud (grados decimales)	Longitud (grados decimales)	Altitud (m)	Especies dominantes
1. Paso del soldado	16.12639	91.73111	1503	<i>Pinus oocarpa</i> , <i>Quercus sapotifolia</i>
2. Yalwech 1	16.13194	91.73194	1500	<i>P. oocarpa</i> , <i>Liquidámbar styraciflua</i>
3. Cabañas	16.12611	91.73199	1478	<i>P. oocarpa</i> , Gramíneas
4. Milpas	16.13306	91.73111	1516	Asteráceas, <i>P. maximinoi</i>
5. Acceso Martín 1	16.13309	91.73208	1487	Gramíneas, <i>P. oocarpa</i>
6. Acceso Martín 2	16.13278	91.73194	1498	Gramíneas, <i>P. oocarpa</i>
7. Yalwech 2	16.13250	91.73217	1507	<i>P. oocarpa</i> , <i>Clethra suaveolens</i>
8. Yalwech-Lagunas	16.12222	91.73200	1475	<i>P. oocarpa</i> , <i>Clethra suaveolens</i>

Cuadro 2. Lista taxonómica, forma de vida y afinidad sucesional para las 16 especies utilizadas en la plantación de ocho parcelas de restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello durante octubre de 2003. La afinidad sucesional se definió con base en estudios previos sobre sucesión ecológica (Ramírez-Marcial et al. 1998; González Espinosa et al. 1991, 2005, 2006).

Familia	Especie	Forma de vida	Afinidad sucesional
Araliaceae	<i>Oreopanax xalapensis</i> (Kunth.) Decne. & Planch.	Árbol del interior	Intermedia
Myrsinaceae	<i>Myrsine myricoides</i> Schltdl.	Árbol del interior	Intermedia
Rhamnaceae	<i>Rhamnus capraeifolia</i> var. <i>grandifolia</i> M.C. Johnst. & L.A. Johnst.	Árbol del interior	Intermedia
Rubiaceae	<i>Randia aculeata</i> L.	Árbol del interior	Intermedia
Staphyleaceae	<i>Turpinia tricornuta</i> Lund.	Árbol del interior	Intermedia
Nyssaceae	<i>Nyssa sylvatica</i> Marsh.	Árbol del interior	Intermedia
Aquifoliaceae	<i>Ilex vomitoria</i> Ait.	Arbol	Pionera
Fagaceae	<i>Quercus sapotifolia</i> Liebm.	Árbol del dosel	Pionera
	<i>Quercus</i> sp.	Árbol del dosel	Pionera
Hamamelidaceae	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Árbol del dosel	Pionera
Myricaceae	<i>Morella cerifera</i> L.	Arbol	Pionera
Rosaceae	<i>Prunus lundelliana</i> Standl.	Árbol del interior	Tardía
Flacourtiaceae	<i>Olmediella bertschleriana</i> (Goep.) Loes.	Árbol del interior	Tardía
	<i>Synardisia venosa</i> (Mast.) Lund.	Árbol del interior	Tardía
	<i>Prunus brachybotria</i> Zucc.	Árbol del interior	Tardía
Styracaceae	<i>Styrax magnus</i> Lund.	Árbol del interior	Tardía



Figura 4. Detalles del estado inicial de las ocho parcelas de restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. Foto: NRM (julio 2003).

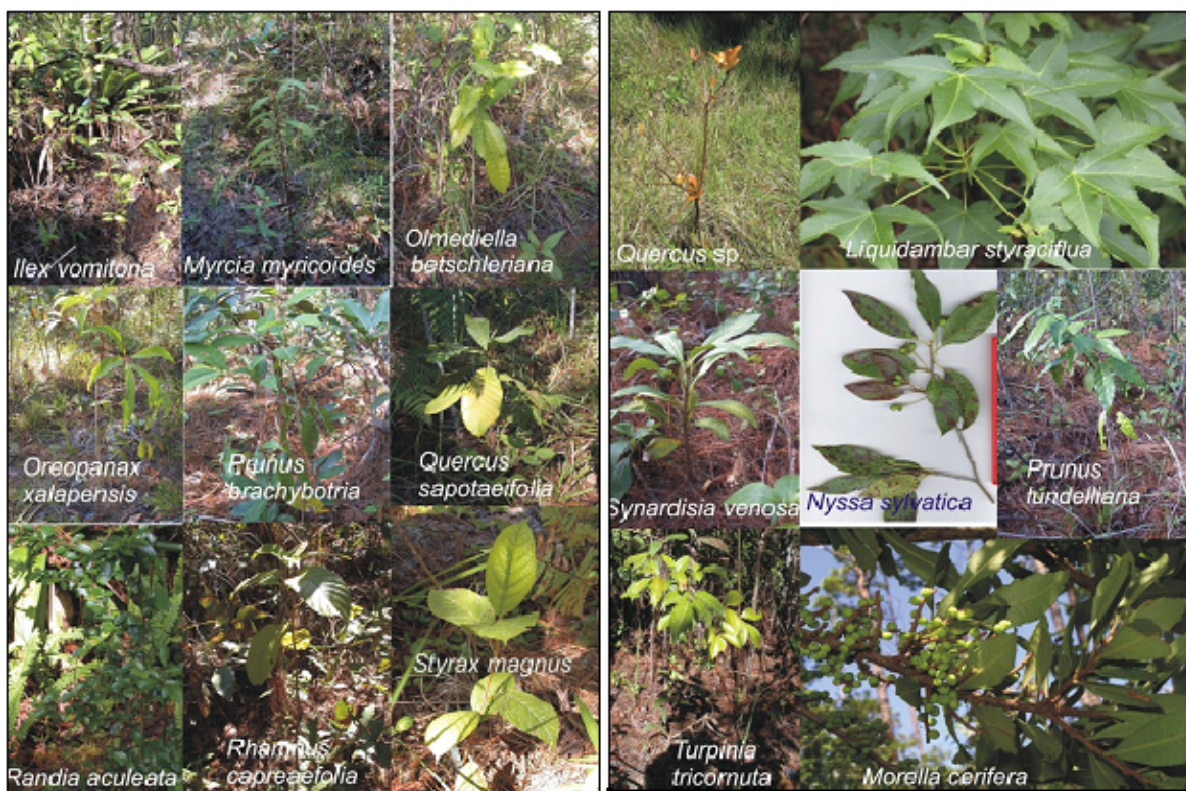


Figura 5. Aspecto general de las 16 especies de árboles plantadas dentro de las ocho parcelas de restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. Foto: NRM.

La supervivencia se evaluó bimestralmente hasta completar ocho meses y posteriormente cada seis meses hasta (septiembre de 2006) y se analizó con una prueba de bondad de ajuste mediante la prueba generalizada de Wilcoxon (Gehan's) para comparar la estructura (forma) de las curvas de supervivencia para los tres grupos sucesionales. Se realizó un análisis de medidas repetidas para las TRC en función de tres niveles de dominancia (área basal de las especies arbóreas presentes en las parcelas). Se consideró como baja dominancia valores de área basal $<4\text{m}^2/\text{ha}$, dominancia media ($4\text{--}9\text{m}^2/\text{ha}$) y dominancia alta ($>9\text{m}^2/\text{ha}$). Un análisis similar se aplicó para el tipo de calidad/fertilidad de los suelos de las parcelas (pobre, medio, rico) de acuerdo con las propiedades fisicoquímicas realizadas a los suelos de cada parcela. Para cada uno de los análisis se tomó como variables explicativas el estado sucesional de las especies (pioneras, intermedias y tardías).

RESULTADOS y AVANCES

Ocho meses posteriores a la plantación de enriquecimiento, más del 95% de los individuos trasplantados sobrevivieron independientemente de las categorías de dominancia o fertilidad/calidad de los suelos dentro de las parcelas. Sin embargo, de acuerdo con el estado sucesional, las especies consideradas pioneras e intermedias tuvieron mayor supervivencia (87% y 82%, respectivamente) que las especies consideradas tardías (39%).

Durante este periodo inicial, el crecimiento en altura máxima y el incremento diamétrico no varió significativamente entre los estados sucesionales, aunque las especies pioneras e intermedias obtuvieron las TRC en altura y en diámetro más altas, independientemente del tipo de cobertura inicial de la parcela.

Sin embargo, estas tendencias iniciales del desempeño de las plantas han cambiado significativamente luego de casi tres años de su establecimiento. En el último análisis de desempeño (julio de 2006; 34 meses después de la plantación), hemos encontrado cambios significativos en la supervivencia de las plantas de acuerdo con el estatus sucesional de la especie. La supervivencia se ha mantenido relativamente alta (> 50%) para las especies pioneras (>60% para las intermedias), mientras que prácticamente todas las especies tardías (a excepción de *Olmediella betschleriana*) mantienen una supervivencia por debajo del 40% (Fig. 6). También es notable que después de 34 meses de evaluación, especies como *Liquidambar styraciflua* y *Quercus* spp. mantienen una supervivencia promedio mayor al 84%.

En cuanto al crecimiento, se encontraron respuestas muy diferentes en la altura y diámetro. Por ejemplo, la mayoría de las especies (12 de las 16 especies) acusaron en promedio, valores inferiores en altura máxima respecto a la altura inicial, como producto de la pérdida de los vástagos dominantes y a la producción de nuevos tallos basales (Fig. 7a). La muerte de los tallos ocurrió en mayor frecuencia durante la temporada seca (febrero-mayo) e independientemente de la cobertura o tipo de suelo en las parcelas. En cambio, el diámetro basal se ha venido incrementando paulatinamente para todas las especies, independientemente del estatus sucesional y de las condiciones de las parcelas. Dentro de cada grupo sucesional, dos especies figuran con los mayores incrementos diamétricos (Fig. 7b).

Con base en estas tendencias en la supervivencias y el crecimiento de las 16 especies, es posible señalar que la reintroducción de especies arbóreas nativas en sitios degradados parece factible para la mayoría de las especies ensayadas en términos de éxito de establecimiento y crecimiento, sobre todo para las especies consideradas como pioneras e intermedias. Se sugiere que las especies tardías, tales como *Styrax magnus* y *Synardisia venosa* al no encontrar las condiciones de hábitat apropiadas en las parcelas perturbadas, deben ser plantadas en sitios en donde ya exista una cobertura vegetal más desarrollada y donde el manejo previo de las especies pioneras e intermedias creen mayores condiciones de sombra y resguarden mayor humedad.

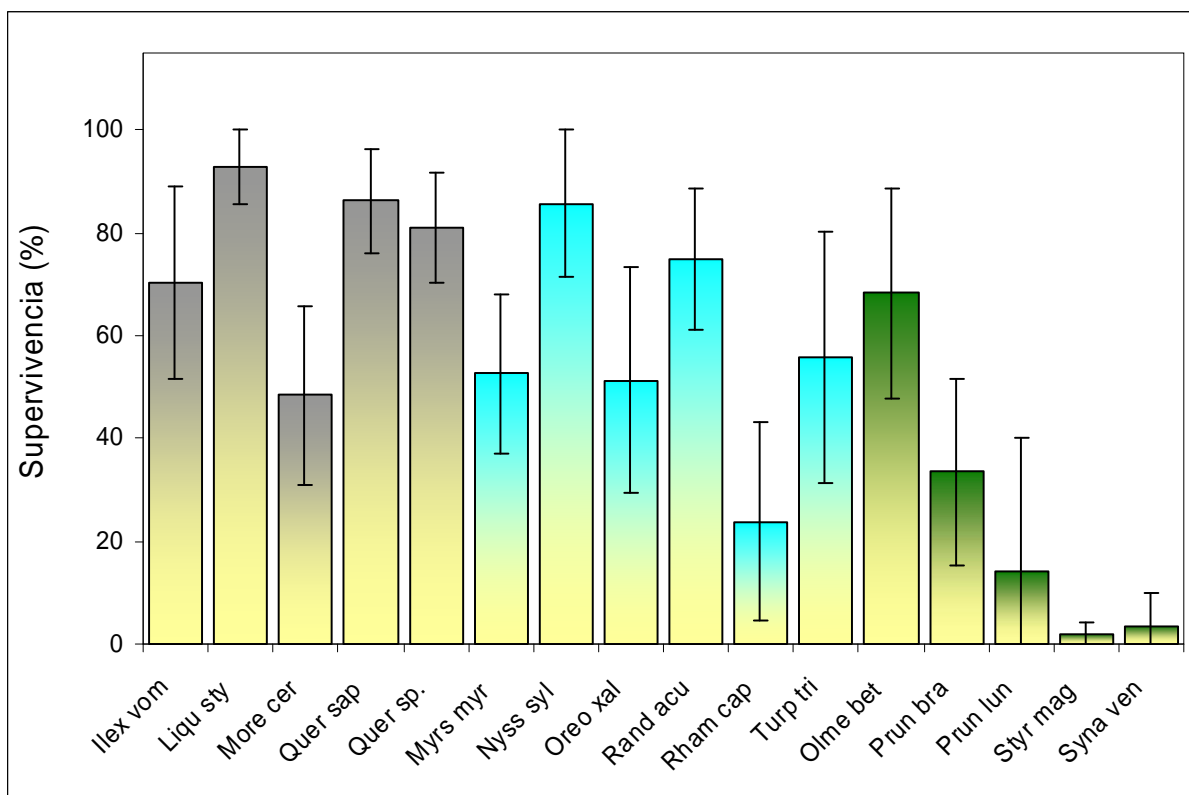


Figura 6. Supervivencia (%) de 16 especies después de 34 meses de plantación en el PNLM. Las barras y sus intervalos de error corresponden al promedio de la supervivencia entre las ocho parcelas para las especies pioneras: *Ilex vom* = *Ilex vomitoria*; *Liqu sty* = *Liquidambar styraciflua*; *More cer* = *Morella cerifera*; *Quer sap* = *Quercus sapotifolia* y *Quer sp.* = *Quercus sp*; especies intermedias: *Myrs myr* = *Myrsine myricoides*; *Nyss syl* = *Nyssa sylvatica*; *Oreo xal* = *Oreopanax xalapensis*; *Rand acu* = *Randia aculeata*; *Rham cap* = *Rhamnus caprifolia* y *Turp tri* = *Turpinia tricornuta*; especies tardías: *Olmé bet* = *Olmediella betschleriana*; *Prun bra* = *Prunus brachybotrya*; *Prun lun* = *Prunus lundelliana*; *Styr mag* = *Styrax magnus* y *Syna ven* = *Synardisia venosa*.

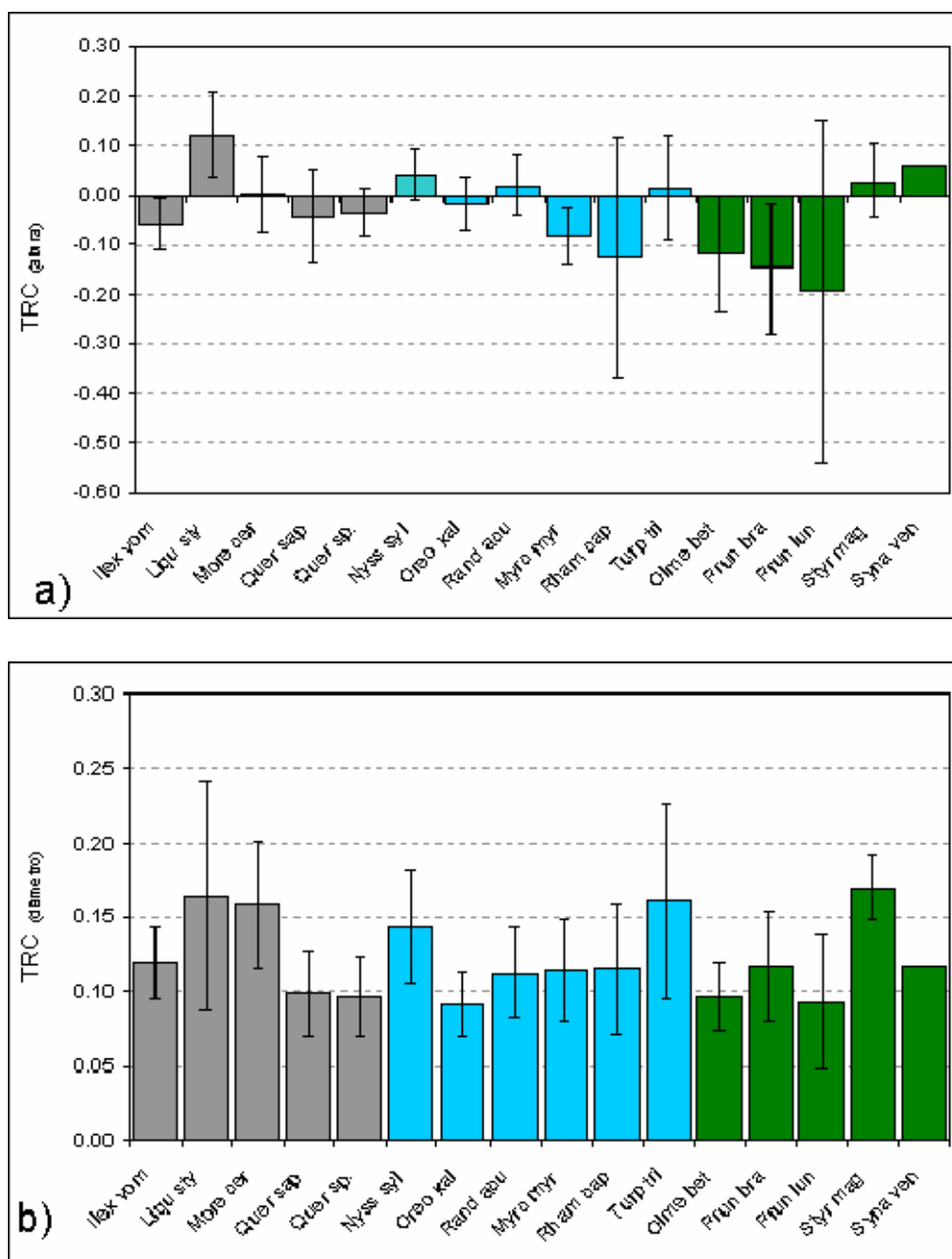


Figura 7a y b. Tasas relativas de crecimiento [$TRC_{\text{altura}}/\text{diámetro} = (\text{Log natural (altura/diámetro final)} - \text{Log natural (altura/diámetro inicial)}) / \text{tiempo transcurrido en el intervalo}$] para las 16 especies arbóreas después de 34 meses de plantarse en el Parque Nacional Lagunas de Montebello. Las barras y sus intervalos de error corresponden al promedio de las TRC entre las ocho parcelas. Especies pioneras: *Ilex vom* = *Ilex vomitoria*; *Liqu sty* = *Liquidambar styraciflua*; *More cer* = *Morella cerifera*; *Quer sap* = *Quercus sapotifolia* y *Quer sp.* = *Quercus sp.*; especies intermedias: *Myrc myr* = *Myrsine myricoides*; *Nyss syl* = *Nyssa sylvatica*; *Oreo xal* = *Oreopanax xalapensis*; *Rand acu* = *Randia aculeata*; *Rham cap* = *Rhamnus caprifolia* y *Turp tri* = *Turpinia tricornuta*; especies tardías: *Olme bet* = *Olmediella bertschleriana*; *Prun bra* = *Prunus brachybotrya*; *Prun lun* = *Prunus lundelliana*; *Styr mag* = *Styrax magnus* y *Syn ven* = *Synardisia venosa*.

Diversidad de la fauna edáfica en sitios bajo restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México

Tomando en consideración que durante los esfuerzos de restauración no es suficiente con evaluar solamente el desarrollo de los organismos reintroducidos para conocer el éxito de la intervención, en esta etapa se diseñó un estudio que evaluara simultáneamente el comportamiento de la mesofauna del suelo donde se habían plantado las 16 especies arbóreas. Después de cuatro muestreos de hojarasca y suelo orgánico (0-10 cm de profundidad) en las ocho parcelas de restauración (Fig. 8), se encontró que la riqueza y abundancia de la fauna edáfica fue muy variable entre las parcelas y entre periodos de muestreo (temporada de secas y húmeda).



Figura 8. Vista general de los embudos dispuestos sobre los bastidores de madera, para la separación de organismos de la “mesofauna edáfica” presente en mantillo y suelo de las parcelas de restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello (García-Ruiz 2005).

La riqueza de especies y la abundancia de organismos fueron distintas entre las parcelas y entre los cuatro periodos de evaluación. Durante febrero-septiembre de 2004 se identificaron tres Phylum, seis Clases, 20 Órdenes, 58 Familias y 187 morfoespecies (seis morfoespecies no han sido aún identificadas bajo alguna categoría taxonómica; Fig. 9). Los patrones temporales de variación mostraron que la mayor abundancia se registró en la temporada húmeda (julio-septiembre). Los índices de diversidad calculados a partir de las abundancias totales por taxa dentro de las parcelas mostraron mayor diversidad a nivel de familia y morfoespecies en la temporada seca que en la húmeda. Las diferentes morfoespecies se agruparon en grupos “funcionales” con base en el hábito alimenticio de ellas. Dicha clasificación permitió obtener a los principales grupos de herbívoros, degradadores, parásitos y depredadores.

Cuando se emplearon estimadores no paramétricos de la riqueza entre parcelas y por temporada de evaluación, la tendencia más clara fue el incremento cada vez menor en el número de morfoespecies conforme aumentó el esfuerzo de muestreo, es decir, el número de morfoespecies tendió a incrementarse paulatinamente pero no linealmente conforme se incremento el número de individuos. Sin embargo, en ninguno de los cuatro muestreos se alcanzó un punto que sugiriera que las curvas de acumulación alcanzaran la asíntota, por lo que se sugiere realizar un mayor de muestreo antes de tener una idea más precisa de la riqueza total de fauna edáfica del Parque de Montebello. Mayores detalles en García Ruiz (2005).



Figura 9. Ejemplo de los organismos (sin escala) más representativos dentro de los muestreos de macro y mesofauna del suelo en parcelas de restauración del Parque Nacional Lagunas de Montebello. A, C, H, O, T, W: Orden Aranea; B: Phylum Molusca; D, F, Y: Orden Hemiptera; E, V: Orden Coleoptera (E Staphylinidae, V Carabidae); M, P, J, K, L, S, Z: Orden Acarina; Ñ: Orden Blattaria; U: Clase Diplopoda; I: Orden Colembola, Fam. Sminthuridae; X: Orden Hymenoptera; G: Morfoespecie 134; R: Morfoespecie 128; Q: Morfoespecie 46. Fotos: Y. García Ruiz.

Producción y descomposición de hojarasca en diferentes estados sucesionales del bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México

En otro experimento diseñado en igual medida para evaluar el efecto de la reintroducción de árboles sobre la dinámica de la producción y descomposición de hojarasca, durante 2005-2006, se cuantificó la producción de hojarasca (20 cajas captadoras de hojarasca de 90 x 30 x 30 cm) durante un periodo anual en cinco parcelas forestales con distinto grado de desarrollo sucesional del Bosque Mesófilo de Montaña. También se cuantificó la descomposición de hojarasca con el método de bolsas de descomposición (litter bag method) para siete especies utilizadas en proyectos de restauración ecológica: *Alnus acuminata*, *Chiranthodendron pentadactylon*, *Clethra suaveolens*, *Liquidambar styraciflua*, *Quercus sapotifolia*, *Quercus crassifolia* y *Pinus oocarpa*, esta última se utilizó en las dos localidades estudiadas (Fig. 10). El estudio se realizó en cinco parcelas de 2,500 m² dos de las cuales correspondieron a las utilizadas para la plantación de enriquecimiento y se contrastó con otras tres comunidades sucesionales del Bosque Mesófilo de Montaña: Bosque de Encino (BE), Bosque de Pino-Encino (BPE) y Bosque de Pino en el municipio de Huixtan, Chiapas (Fig. 11). La producción de

hojarasca fue mayor en las comunidades sucesionales más desarrolladas, con valores entre $7 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ en el BE y $2.24 \text{ ton} \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{año}^{-1}$ en las dos parcelas de restauración (Cuadro 3). Las hojas fue el componente mas abundante (72-90%), seguido de flores (2-3%) y frutos (0.75-12%) y material no identificado (1-2%). La descomposición de hojarasca fue mayor para *L. styraciflua* (64.3%) y para *A. acuminata* (50.7%), respecto a las especies restantes (menor al 50%). La descomposición varió dependiendo en la condición sucesional de cada sitio y seis de las ocho especies (considerando a *P. oocarpa* como especie independiente en ambas localidades), se descompusieron mas en las comunidades sucesionales mas avanzadas (BE y BPEL; Cuadro 4).

Después de aplicar modelos de regresión lineal y exponencial a los datos absolutos y logarítmicos del porcentaje de biomasa remanente en las bolsas de descomposición, se encontró que el peso remanente absoluto fue lineal en el tiempo sólo para las parcelas de Montebello, mientras que para Bazom no hubo diferencias entre ambos modelos. Estos resultados indican que la cantidad de hojarasca no puede ser igual a lo largo de un gradiente de desarrollo sucesional; y que las especies presentes tienen tasas de descomposición diferencial en cada condición ambiental, por lo que se sugiere que para proyectos de restauración forestal, es deseable utilizar en primera instancia, especies que tengan alta producción de follaje y rápida tasa de descomposición, tales como *Liquidambar styraciflua* y *Alnus acuminata*. Mayores detalles de este experimento se encuentran en Rocha Loredo (2006).



Figura 10. a) Detalles de la recolección de hojarasca, (b) llenado de las bolsas de descomposición, (c) tamaño y forma de las trampas de hojarasca dispuestas en campo, (d) y aleatorización de las muestras de hojarasca antes de su colocación en los sitios de evaluación. Foto: NRM.

Cuadro 4. Producción total de hojarasca (toneladas \cdot ha⁻¹ \cdot año⁻¹ por condición sucesional a lo largo de 11 meses de evaluación (febrero de 2005-enero 2006). BE= Bosque de Encino, BPE= Bosque de Pino-Encino, BP= Bosque de Pino, PR= Parcelas en restauración, BPEL= Bosque de Pino-Encino-Liquidámbar.

Localidad	Condición	Producción total (ton \cdot ha ⁻¹ \cdot año ⁻¹)
Bazom	BE	6.99
	BPE	6.1
	BP	4.8
Montebello	BPEL	4.8
	PR	2.24

Rancho Merced Bazom



Lagunas de Montebello



Figura 11. Detalles fisonómicos de las cinco condiciones sucesionales consideradas en el estudio de producción y descomposición de hojarasca en: Bosque de encino (a); Bosque de pino-encino (b) y Bosque de pino (c) en la localidad de Rancho Merced Bazom, municipio de Huistán y en el Bosque de pino-encino-liquidámbar (d) y parcelas de restauración forestal (e) en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, municipio de La Trinitaria y La Independencia, Chiapas. Foto: NRM.

Cuadro 5. Porcentaje de la descomposición total de las especies por localidad.

Localidad	Especie	% descomposición
Bazom	<i>Alnus acuminata</i>	64.3
	<i>Quercus crassifolia</i>	40.6
	<i>Pinus oocarpa</i>	38.6
	<i>Chirantodendron pentadactylon</i>	37.9
Montebello	<i>Liquidambar styraciflua</i>	50.7
	<i>Pinus oocarpa</i>	44.6
	<i>Clethra suaveolens</i>	43.4
	<i>Quercus sapotifolia</i>	40.7

Consideraciones finales

Nuestros datos, sugieren que no todas las especies pueden prosperar en cualquier condición y que es fundamental conocer cuáles especies son miembros de un grupo particular para encontrar el arreglo óptimo de las especies que pueden utilizarse bajo circunstancias específicas de degradación forestal.

Este proyecto provee bases para proponer grupos de especies arbóreas nativas útiles para la rehabilitación de sitios degradados del bosque mesófilo de montaña. Aunque ya hemos señalado que las principales limitaciones en el éxito potencial de los esfuerzos de restauración no son solo científicos, sino sociales, políticos y económicos, creemos que desde el punto de vista biológico, únicamente nos da una imagen parcial del problema. Es necesario que a la par de estos resultados haya una mayor participación y discusión de las políticas estatales para el manejo forestal, al mismo tiempo con la vinculación con el sector social a través de diversos foros y talleres comunitarios. Para ello esperamos que el proyecto aporte los elementos técnicos y biológicos necesarios para la ayuda en la toma de decisiones a diferentes escalas.

La continua presión a la que están sometidos los bosques de montaña, anticipa que al menos en Chiapas seguirá registrándose una reducción de las poblaciones de varias especies arbóreas por eliminación directa de aquellos individuos reproductivos, o bien por la intolerancia de las plántulas (cada vez más escasos por la misma ausencia de progenitores) y juveniles a las nuevas condiciones microambientales generadas por la alteración a que están sometidas. Los “tipos” o clase de comunidad que podrían ser más probablemente candidatos para la restauración, son aquellas que aún contienen representantes de especies del interior de los bosques, aunque con distribuciones irregulares de tamaños. El enriquecimiento de estas áreas mediante la reintroducción de plántulas con aparente tolerancia a las condiciones de luz solar puede ser la implicación más inmediata de nuestros resultados.

Es factible echar mano al menos a unas 20-30 especies de árboles muy tolerantes a condiciones de degradación forestal. Alternativamente podrían restaurarse algunos hábitats críticos que están pobremente representados en el paisaje natural circundante con aquellas especies de árboles tolerantes a la sombra, que son al parecer las que requieren condiciones de humedad elevada y baja

radiación directa para su establecimiento y crecimiento eficaz. Las plantaciones que se realicen no necesariamente deben ser grandes en extensión si son estratégicamente localizadas y con una composición de especies apropiada en lugares específicos.

Resta por evaluar otras relaciones entre las características morfológicas de las especies y sus respuestas a gradientes ambientales. Por ejemplo, si la biomasa de la semilla puede ser usada como una medida para la tolerancia a la sombra de las especies arbóreas entonces las clasificaciones subjetivas entre demandantes de luz y tolerantes a la sombra debería evitarse, y las especies podrían colocarse a lo largo de un continuo de tolerancia de sombra (Poorter y Rose 2005). En la medida que información de este tipo esté disponible para un número amplio de situaciones, será más factible instrumentar estrategias de desarrollo forestal sustentable, en particular en lo referente a coadyuvar al mejor aprovechamiento y conservación de recursos naturales por parte de comunidades y ejidos forestales y a generar y aumentar las opciones de ingresos de los propietarios con base en sus recursos forestales.

Tampoco podemos dejar de mencionar que la defensa activa de las especies de flora, mediante la suspensión del aprovechamiento puede estar fuera de lugar en el contexto social indígena (González-Espinosa et al., 2007). La consideración de que solo es posible conservar lo que se usa (Ramírez-Marcial 2005) toma mucha relevancia al aplicarlo al manejo de la enorme diversidad de árboles del bosque mesófilo de montaña y muchas de estas especies no están consideradas dentro de programas actuales de reforestación. En este proyecto creemos haber cumplido con nuestro cometido de aportar información relevante sobre los requerimientos ecológicos de un número considerablemente alto de especies potenciales para estos programas de reforestación que tienen un uso tradicional. Esperamos contribuir desde ahora, pero con posibilidad de ver los resultados en el mediano y largo plazo, un cambio en las políticas de conservación y restauración de áreas forestales degradadas con la participación de las comunidades humanas en el diseño, adopción y ejecución de las prácticas de rehabilitación dentro de sus áreas de influencia y pudieran extenderse hacia comunidades colindantes.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido posible gracias a la aportación de los Fondos Sectoriales CONACYT-SEMARNAT, a través del proyecto SEMARNAT-2002-01-C01-00048. Asimismo, agradecemos los apoyos complementarios de los Fondos Mixtos, CONACyT-Gobierno del estado de Chiapas (FOMIX-CHIS-2002-C01-4640) y de la Unión Europea (proyecto BIOCORES (INCO Programme 5, contrato IC4-CT-2001-10095) lo cual posibilitó ampliar el alcance del proyecto y darle continuidad. No podemos dejar de reconocer la participación siempre entusiasta y profesional de los señores Alfonso Luna Gómez, Pedro Girón Hernández y Juan Carlos Bautista Bolom durante las extenuantes labores en el vivero y campo, al Sr. Miguel Martínez Icó por su calificada colaboración para buscar y organizar información bibliográfica de las especies arbóreas y por compartir todo el conocimiento florístico que tiene de la región y al Sr. Nicolás Hernández por participación como ilustrador. A los estudiantes Astrid Maud Sybil Rodríguez Sánchez, Daniel Ortiz Aguilar, Agustín Montes Aguilar, Laura Yadhira García Ruiz, Ana G. Rocha Loreda, Beatriz A. Pérez Espinosa, María Magdalena Alcázar Gómez y muchos otros estudiantes de verano y voluntarios que han colaborado de manera entusiasta en diversas actividades del proyecto. También hacemos patente nuestro reconocimiento y agradecimiento a las autoridades y ejidatarios por permitirnos el acceso a diferentes localidades donde se realizaron las colectas de material biológico, así como aquellos que nos permitieron establecer nuestros ensayos de plantaciones en sus terrenos y propiedades. Muy especialmente agradecemos a las autoridades de la CONANP por permitirnos el

acceso y facilidades para establecer las parcelas de restauración dentro del Parque Nacional Lagunas de Montebello.

Literatura citada

- ACNUR. 2001. *La integración de refugiados Guatemaltecos en Chiapas*. Documento electrónico, disponible en Internet: <http://www.acnur.org/>
- Carlson, M. 1954. Floral elements of the Pine-Oak-Liquidambar forest of Montebello, Chiapas, México. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 81: 387-399.
- Fryxell, P.A. 1990. *Flora of Chiapas, part 3. Malvaceae*. California Academy of Sciences, San Francisco, California, EUA.
- García-Ruiz, L.Y. 2005. *Diversidad de la fauna edáfica en sitios bajo restauración en el parque nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México*. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
- González-Espinosa M., P.F. Quintana-Ascencio, N. Ramírez-Marcial y P. Gaytán-Guzmán. 1991. Secondary succession in disturbed Pinus-Quercus forests of the highlands of Chiapas, México. *Journal of Vegetation Science* 2:351-360.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, G. Méndez-Dewar, L. Galindo-Jaimes y D. Golicher. 2005. Riqueza de especies de árboles en Chiapas: variación espacial y dimensiones ambientales asociadas al nivel regional. Páginas 81-125 en: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (editores). *Diversidad biológica en Chiapas*. Plaza & Valdés, México, Distrito Federal.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial y L. Galindo-Jaimes. 2006. Secondary succession in montane pine-oak forests of Chiapas, Mexico. Páginas 209-222, En: M. Kappelle (editor). *Ecology and Conservation of Neotropical Oak Forests*, Ecological Studies Vol. 185, Springer, Heidelberg.
- González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, A. Camacho-Cruz, S. C. Holz, J. M. Rey-Benayas y M. R. Parra-Vázquez. 2007. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: modelos ecológicos y estrategias de acción. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80 (Suplemento):11-23.
- Melo, G. C. y Cervantes B. J. 1986. Propuestas para el programa integral de manejo y desarrollo del Parque Nacional Lagos de Montebello. *Boletín del Instituto de Geografía*. UNAM 16:9-32.
- Ochoa-Gaona S. y González-Espinosa M. 2000. Land-use and deforestation in the highlands of Chiapas, México. *Applied Geography* 20: 17-42.
- Ortiz-Aguilar, D.R. 2006. *Plantaciones de enriquecimiento con árboles nativos para la restauración de un bosque mesófilo en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México*. Tesis de Biología. Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
- Poorter, L., y S.A. Rose. 2005. Light-dependent changes in the relationship between seed mass and seedling traits: a meta-analysis for rain forest tree species. *Oecologia* 142:378-387.
- Quintana-Ascencio P. F., N. Ramírez-Marcial, M. González-Espinosa y M. Martínez-Icó. 2004. Sapling survival and growth of conifer and broad-leaved trees in successional habitats in the highlands of Chiapas, Mexico. *Applied Vegetation Science* 7:81-88.
- Ramírez-Marcial, N. 2001. Diversidad de árboles y arbustos del bosque mesófilo en las montañas del norte de Chiapas y su relación con México y Centroamérica. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 69: 51-63.
- Ramírez-Marcial, N. 2003. Survival and growth of tree seedlings in anthropogenically disturbed Mexican montane rain forests. *Journal of Vegetation Science* 14:881-890.

- Ramírez-Marcial, N. 2005. El uso sostenible de especies arbóreas y su potencial para el desarrollo forestal comunitario. Pág. 19-44, En: A. Nazar Beutelspacher, E. Bello y H.E. Morales (Eds.) *Sociedad y entorno en la frontera sur de México*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
- Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz y M. González-Espinosa. 2005. Potencial florístico para la restauración de bosques en Los Altos y las Montañas del Norte de Chiapas. Páginas 325–369 En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (editores). *Diversidad Biológica en Chiapas*, Plaza y Valdés, México, Distrito Federal.
- Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz, M. González-Espinosa y F. López-Barrera. 2006. Establishment, survival and growth of tree seedlings under successional montane oak forests in Chiapas, Mexico. Páginas 177–189 En: M. Kappelle (editor). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*, Ecological Studies Vol. 185, Springer, Heidelberg.
- Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz y M. González-Espinosa. Clasificación de grupos funcionales vegetales para la restauración del Bosque Mesófilo de Montaña. In: L.R. Sánchez-Velázquez, J. Galindo-González y F. Díaz-Fleischer (Eds.). *Ecología, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Montaña en México*, Mundi-Prensa, México D.F. En prensa.
- Ramírez-Marcial, N., M. González-Espinosa y G. Williams-Linera. 2001. Anthropogenic disturbance and tree diversity in the montane rain forest in Chiapas, Mexico. *Forest Ecology and Management* 154: 311-326.
- Ramírez-Marcial, N., S. Ochoa-Gaona, M. González-Espinosa, y P. F. Quintana-Ascencio. 1998. Análisis florístico y sucesional en la estación biológica Cerro Huitepec, Chiapas, México. *Acta Botánica Mexicana* 44:59–85.
- Rocha-Loredo, A.G. 2006. *Producción y descomposición de hojarasca en diferentes estados sucesionales del bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México*. Tesis de Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.
- Rodríguez-Sánchez, A.M.S. 2006. *Estructura y composición florística en parcelas bajo restauración forestal del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México*. Tesis de Biología, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco, 84 pp.
- Rzedowski, J. 1996. Análisis preliminar de la flora vascular de los bosques mesófilos de montaña de México. *Acta Botánica Mexicana* 35: 25-44.
- Vargas Márquez, F. 1997. *Parques Nacionales de México. Aspectos físicos, sociales, legales, administrativos, recreativos, biológicos, culturales, situación actual y propuestas en torno a los parques nacionales de México*. Instituto Nacional de Ecología, México, D.F.

Apéndices (Nota: los documentos en extenso pueden obtenerse escribiendo directamente a los autores)

Productos asociados al proyecto

a) Publicaciones

1. González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, A. Camacho-Cruz, S. C. Holz, J. M. Rey-Benayas y M. R. Parra-Vázquez. 2007. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: modelos ecológicos y estrategias de acción. *Boletín de la Sociedad Botánica de México* 80(Suplemento): 11-23.
2. Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz, M. González-Espinosa y F. López-Barrera. 2006. Establishment, survival and growth of tree seedlings under successional montane oak forests in Chiapas, Mexico. Páginas 177–189 En: M. Kappelle (editor). *Ecology and Conservation of Neotropical Montane Oak Forests*, Ecological Studies Vol. 185, Springer, Heidelberg.
3. Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz y M. González-Espinosa. 2005. Potencial florístico para la restauración de bosques en Los Altos y las Montañas del Norte de Chiapas. Páginas 325–369 En: M. González-Espinosa, N. Ramírez-Marcial y L. Ruiz-Montoya (editores). *Diversidad Biológica en Chiapas*, Plaza y Valdés, México, Distrito Federal.
4. Ramírez-Marcial, N. 2005. El uso sostenible de especies arbóreas y su potencial para el desarrollo forestal comunitario. Pág. 19-44, En: A. Nazar Beutelspacher, E. Bello y H.E. Morales (Eds.) *Sociedad y entorno en la frontera sur de México*. El Colegio de la Frontera Sur, San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
5. Ramírez-Marcial, N., A. Camacho-Cruz y M. González-Espinosa. Clasificación de grupos funcionales vegetales para la restauración del Bosque Mesófilo de Montaña. En: L.R. Sánchez-Velázquez (Ed.). *Ecología, Manejo y Conservación de los Ecosistemas de Montaña en México*, Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz. En prensa.
6. González-Espinosa, M., N. Ramírez-Marcial, A. Camacho-Cruz y J.M. Rey-Benayas. Restauración de bosques en montañas tropicales de territorios indígenas de Chiapas, México. En: González-Espinosa, M., J.M. Rey-Benayas y N. Ramírez-Marcial (eds.). *Restauración de bosques en América Latina*. Mundi-Prensa y Fundación Internacional para la Restauración de Ecosistemas. México, D.F. En prensa.

b) Tesis de licenciatura

1. Montes-Aguilar, A. 2005. *Capacidad de rebrote después de la poda en plántulas y juveniles de árboles del bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México*. Tesis de Licenciatura en Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
2. García-Ruiz, L.Y. 2005. *Diversidad de la fauna edáfica en sitios bajo restauración en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México*. Tesis de licenciatura en Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia, Michoacán.
3. Ortiz Aguilar, D. 2006. *Plantaciones de enriquecimiento con árboles nativos para la restauración de un bosque mesófilo de montaña en el Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México*. Tesis de licenciatura en Biología, Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
4. Pérez Espinosa, B.A. 2006. *Crecimiento y supervivencia de árboles juveniles de cinco especies nativas en bosques perturbados en Los Altos de Chiapas, México*. Tesis de licenciatura en Biología, Instituto de Ciencias y Artes de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas.
5. Rocha-Loredo, A.G. 2006. *Producción y descomposición de hojarasca en diferentes estados sucesionales del bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México*. Tesis de Biología. Centro

6. Rodríguez Sánchez. 2006. *Estructura y composición florística en parcelas bajo restauración forestal del Parque Nacional Lagunas de Montebello, Chiapas, México*. Tesis de Biología. Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara, Zapopan, Jalisco.

c) Memorias de talleres

1. Taller sobre alternativas de conservación de los bosques de montaña. San Cristóbal de Las Casas, Chiapas.
2. Curso-taller de propagación de árboles nativos. Dirigido a técnicos comunitarios y ejidatarios de diversas localidades del municipio de Huistán, Chiapas.
3. Curso-taller sobre propagación de árboles nativos. Dirigido a comunidades rurales, técnicos comunitarios y personas interesadas en la recuperación de bosques. ECOSUR-San Cristóbal.

d) Presentaciones en congresos nacionales e internacionales

1. Rocha Loredo, A.G. y N. Ramírez-Marcial. Producción y descomposición de hojarasca en un gradiente sucesional del bosque mesófilo de montaña en Chiapas, México. Implicaciones en la restauración forestal. I Congreso de la Sociedad Científica Mexicana de Ecología, 26-30 de noviembre de 2006, Morelia, Michoacán. Presentación de cartel.
2. Ramírez-Marcial N. Estudios de sucesión ecológica y diversidad. XX semana de la Biología, Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas, 21-26 de noviembre de 2005, Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Presentación oral.
3. González-Espinosa M. y Ramírez-Marcial N. Variación macroespacial de la diversidad arbórea en Chiapas: Patrones y posibles explicaciones. I Simposio: Ecología, manejo y conservación de los Ecosistemas de montaña en México. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 17-18 de noviembre de 2005. Presentación oral.
4. Ramírez-Marcial N., Camacho-Cruz, A. y González-Espinosa M. Clasificación de grupos funcionales para la restauración del bosque mesófilo de montaña. I Simposio: Ecología, manejo y conservación de los Ecosistemas de montaña en México. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 17-18 de noviembre de 2005. Presentación oral.
5. Rocha-Loredo, A.G. y Ramírez-Marcial N. Producción y descomposición de hojarasca de especies arbóreas en diferentes estados sucesionales del bosque mesófilo de Chiapas. I Simposio: Ecología, manejo y conservación de los Ecosistemas de montaña en México. Universidad Veracruzana, Xalapa, Veracruz, 17-18 de noviembre de 2005. Presentación de cartel.
6. Ramírez-Marcial N., Camacho-Cruz, A., González-Espinosa M. y Rey-Benayas J.M. Forest restoration experiences in tropical mountains: a meta-analysis in Mayan indigenous territories of Chiapas, Mexico. Simposio: Forest restoration in Latin America: experiences and opportunities, dentro del Congreso Mundial de la Society of Ecological Restoration International, Zaragoza, España, 12-18 de Septiembre de 2005, Zaragoza, España. Presentación oral.
7. González-Espinosa M., Rey-Benayas J.M. y Ramírez-Marcial N. Organizadores del Simposio: Forest restoration in Latin America: experiences and opportunities, dentro del Congreso Mundial de la Society of Ecological Restoration International, 12-18 de Septiembre de 2005, Zaragoza, España.
8. González-Espinosa M. y Ramírez-Marcial N. Investigación ecológica básica para la conservación y restauración de bosques en Chiapas. Presentada en: Coloquio de ecología, 30 Aniversario del Instituto de Ecología, 24 junio de 2005, Xalapa, Veracruz. Presentación oral.

9. Camacho-Cruz, A., Ramírez-Marcial, N., Alcázar-Gómez, M.M. y L. Galindo-Jaimes. Experiencias de restauración del bosque mesófilo de montaña: respuesta de árboles nativos bajo diferentes condiciones de degradación. XVI Congreso Mexicano de Botánica, 17-22 de octubre de 2004, Oaxaca, Oax. Cartel.
10. García-Ruiz, L.Y., Montes-Aguilar, A., Ortiz-Aguilar, D., Ramírez-Marcial, N. y Rodríguez-Sánchez, A.M.S. Restauración ecológica del bosque mesófilo en el Parque Nacional Lagunas de Montebello (PNLM), Chiapas, México. XVI Congreso Mexicano de Botánica, 17-22 de octubre de 2004, Oaxaca, Oax. Obtuvo Mención en el certamen de Cartel presentado por estudiantes de Licenciatura.
11. González-Espinosa M., Ramírez-Marcial, N., Holz, S., Rey-Benayas, J.M., Camacho-Cruz, A. y Parra-Vázquez, M.R. Restauración de bosques en territorios indígenas de Chiapas: un modelo ecológico y social para el desarrollo. Simposio: Procesos Ecológicos y restauración de comunidades vegetales. XVI Congreso Mexicano de Botánica, 17-22 de octubre de 2004, Oaxaca, Oax. Presentación Oral.
12. Camacho Cruz, A. y N. Ramírez-Marcial. Rizofagia en plántulas de árboles: ¿limitantes biológicas para la restauración ecológica? VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 3-7 de noviembre de 2003. Cartel.
13. Ramírez-Marcial, N. , M. González Espinosa, P.F. Quintana Ascencio, M. Martínez Icó y M.M. Alcázar Gómez. Supervivencia y crecimiento de coníferas y latifoliadas en hábitats sucesionales de Los Altos de Chiapas, México. VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 3-7 de noviembre de 2003. Presentación oral.
14. Ramírez Marcial, N. y A. Camacho Cruz. Supervivencia y crecimiento de plántulas de árboles del bosque mesófilo de montaña, Chiapas, México: efectos de la sombra artificial. VII Congreso de la Sociedad Mesoamericana para la Biología y la Conservación. Tuxtla Gutiérrez, Chiapas, 3-7 de noviembre de 2003. Cartel.