

# Supervivencia y desarrollo de dos especies de *Pinus* en una reforestación de la Región Montaña de Guerrero

Survival and development of two species of *Pinus* in a reforestation of the Montaña de Guerrero Region

Beatriz Calleja Peláez\*

Arturo Villegas Villano

Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, México.

Bernardo López López

Facultad de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma de Nuevo León, México.

\*Autor para correspondencia: beatriz.calleja07@gmail.com

## Resumen

Los ecosistemas forestales son esenciales para el planeta; sin embargo, son propensos a perturbaciones antropogénicas. Para contrarrestar dicha tendencia se recurre a prácticas de restauración como la reforestación, con la finalidad de recuperar áreas degradadas. El objetivo del estudio fue evaluar el desarrollo y supervivencia de una reforestación en Chinameca, Atlamajalcingo del Monte, Guerrero. Se realizó una plantación con especies de *Pinus ayacahuite* y *Pinus patula* en una parcela de 784 m<sup>2</sup>, con el diseño de tres bolillo a 2 m de distanciamiento entre plantas, estas se monitorearon cada dos meses a partir del establecimiento del experimento. Se estableció un total de 150 plantas en tres bloques de 25 plántulas por especie. Se evaluó la supervivencia a los 73 días hasta completar los 257 días y las variables de diámetro basal (mm), altura total (cm) y área de copa (m). El promedio general de la supervivencia fue de 79.99 %; *P. patula* presentó un 85.33 % de supervivencia mientras que *P. ayacahuite* solamente registró el 74.66 %. Todas las variables obtenidas se sometieron al análisis de varianza (ANOVA) por especies después de 8 meses, donde solamente se encontró diferencias significativas en el desarrollo de altura donde *P. patula* alcanzó 35.71 cm, mientras, *P. ayacahuite* sólo registró 26.86 cm. Se concluye que *P. patula* es apta para implementar actividades de reforestación en la región.

**Palabras clave:** Supervivencia, *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula*, reforestación.

## Abstract

Forest ecosystems are essential for the planet; however, they are prone to anthropogenic disturbance. To counteract this trend, restoration practices such as reforestation are used, in order to recover degraded areas. The objective of the study was to evaluate the development and survival of a reforestation in Chinameca, Atlamajalcingo del Monte, Guerrero. A plantation with species of *Pinus ayacahuite* and *Pinus patula* was carried out in a 784 m<sup>2</sup> plot, with the three-bolillo design at 2 m distance between plants, these were monitored every two months from the establishment of the experiment. A total of 150 plants were established in three blocks of 25 seedlings per species. Survival was evaluated at 73 days until completing 257 days and the variables of basal diameter (mm), total height (cm) and crown area (m). The overall survival average was 79.99%; *P. patula* presented a 85.33% survival while *P. ayacahuite* only registered 74.66%. All the variables obtained were submitted to the analysis of variance (ANOVA) by species after 8 months, where only significant differences were found in the development of height where *P. patula* reached 35.71 cm, while *P. ayacahuite* only registered 26.86 cm. It is concluded that *P. patula* is suitable to implement reforestation activities in the region.

**Keywords:** Survival, *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula*, correlation, reforestation.

## Introducción

Los ecosistemas forestales contribuyen a diversos bienes y servicios a nivel mundial como nacional, así mismo, son primordiales en la captura de carbono y esto a su vez mitiga al cambio climático (Nelson *et al.*, 2009; Fares *et al.*, 2015). Actualmente, el cambio climático ha afectado negativamente a los ecosistemas forestales y la deforestación es una de las actividades de mayor impacto (Kanninen *et al.*, 2007).

México ocupa uno de los primeros lugares en tasas de deforestación en el mundo (FAO, 2020) con una pérdida de 212,070 ha año<sup>-1</sup> (CONAFOR, 2020) marcando una tendencia creciente en el deterioro de los ecosistemas.

Para contrarrestar dicha problemática se han llevado a cabo reforestaciones con fines de restauración y protección de áreas desprovistas de vegetación (Venegas, 2016). En la planificación de un programa de reforestación, se deben considerar diversos factores, entre los que destacan: 1) las condiciones edáficas y climáticas del sitio por reforestar, 2) la especie a utilizar y su procedencia, 3) y el sistema de producción de plantas. Esta información es de suma importancia para cumplir los objetivos de una reforestación, en este sentido, contar con planta forestal de calidad, permite acrecentar la probabilidad de éxito en campo (Pineda-Ojeda *et al.*, 2004; CONAFOR, 2010; Bernaola, 2012).

A pesar de las guías y lineamientos publicados para las reforestaciones, el país enfrenta procesos crecientes de deforestación, pérdida y degradación de los ecosistemas, relacionados con los avances de las fronteras agrícola y pecuaria. Debido al aumento poblacional, que a través de los años la demanda de terrenos para agricultura, ganadería, desarrollos urbanos y turísticos han destruido o degradado grandes superficies forestales, hoy convertidas en inmensos problemas ecológicos (FAO, 2020).

El objetivo del presente estudio fue evaluar la supervivencia y desarrollo en una reforestación en la comunidad de Chinameca, municipio de Atlamajalcingo del Monte, Guerrero. Debido a que dicha área se han realizados dos reforestaciones en los últimos cinco años, las cuales no han sido exitosas por diferentes factores, donde uno de ellos es la falta de

presupuesto para la capacitación de personal para llevar a cabo una actividad adecuada y su buen mantenimiento. La hipótesis planteada fue que al menos una de las dos especies tendrá mayor supervivencia y mejores atributos de adaptabilidad en campo.

## Materiales y métodos

### Área de estudio

El área de estudio se ubica en la localidad de Chinameca, municipio de Atlamajalcingo del Monte, Guerrero, entre las coordenadas 17° 13' 44.98" N, 98° 35' 25.98" W a una altura de 1987 msnm (Figura 1). El clima que predomina es templado subhúmedo Cw, con temperatura media anual de 16 °C, con lluvias durante los meses de mayo a octubre (INEGI, 2008, 2007 y 2006). La comunidad cuenta con 243 habitantes que se dedican a la agricultura (INEGI, 2020).

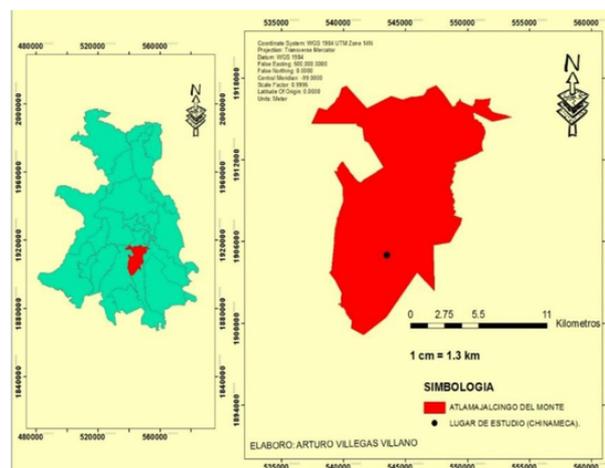


Figura 1. Ubicación geográfica del área de estudio.

## Proceso de reforestación y diseño experimental

La reforestación de la comunidad de Chinameca fue establecida el 03 de junio del 2020, durante la temporada de lluvias, por habitantes de la misma comunidad en una parcela cuadrada de 784 m<sup>2</sup> utilizando el diseño de plantación tres bolillo con espaciamientos de 2 x 2 m. Las plantas (dos años) fueron donadas por el vivero forestal de la Universidad Intercultural del Estado de Guerrero, ubicado en 17° 13' 59.91" N y 98° 37' 59.25" W a una altitud de 2050 msnm. Para la germinación las semillas se adquirieron en el banco de germoplasma de la Protectora de Bosques del Estado México

“PROBOSQUE” (López *et al.*, 2021).

Posterior a la reforestación se evaluaron las dos especies con tres repeticiones cada una. Cada repetición estuvo compuesta por 25 plantas con un total de 75 plántulas de *P. ayacahuite* y 75 de *P. patula*.

### Evaluación de supervivencia

El registro de variables dasométricas y supervivencia se comenzó el 15 de agosto, 2020. La primera evaluación de supervivencia se registró a los 134 días de haber llevado a cabo la reforestación. Se continuó evaluando cada dos meses hasta completar los 257 días. En las evaluaciones se contabilizaron las plantas vivas y muertas, así mismo, se midieron las variables dasométricas de diámetro basal, altura y diámetro de copa.

Para obtener el porcentaje supervivencia se empleó la siguiente ecuación establecida por Ramírez (2011).

$$\text{Supervivencia (\%)} = \frac{\text{número de plantas vivas al momento de la evaluación}}{\text{número de plantas iniciales}} \times 100 \quad (1)$$

La variable altura total se midió utilizando un flexómetro desde la base del tallo hasta la punta de la yema terminal (ápice) de la plántula (Figura 2 a). La medición del diámetro basal se realizó con un vernier digital marca Mitutoyo calibrado en milímetros, tomando la medida de la base del tallo al nivel del suelo (Figura 2 b).

El diámetro de copa se midió con la ayuda del flexómetro en centímetros, tomando dos mediciones de todas las copas de las plántulas (Figura 2 c), la primera con orientación norte- sur y la segunda de este-oeste (González, Avella y Díaz, 2015), posteriormente se promediaron las mediciones con la finalidad de disminuir el error.

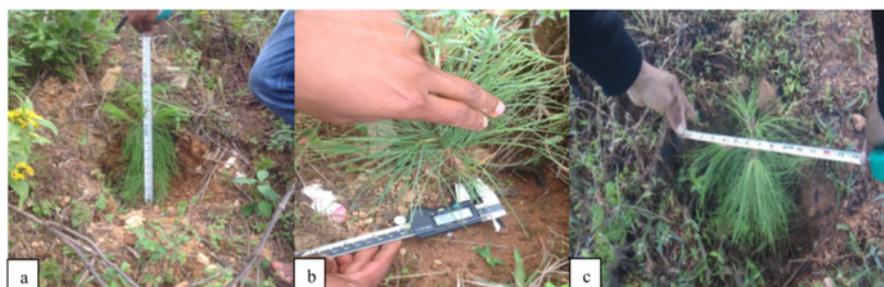


Figura 2. Medición de variables dasométricas a) altura, b) diámetro basal y c) diámetro de copa de las especies reforestadas en la comunidad de Chinameca.

$$\bar{dc} = \frac{dc1 + dc2}{2} \quad (2)$$

Una vez obtenidos todos los datos recabados en un periodo de 257 días, se procedió a capturarlos y organizarlos en el programa Microsoft Excel 2010. Así mismo, se realizó un análisis de varianza de un factor y la prueba de comparación de medias T en el programa estadístico IBM SPSS 20.

## Resultados y discusión

### Supervivencia

El promedio general de supervivencia de *P. ayacahuite* y *P. patula* fue de 79.99 %; donde *P. patula* presento el 85.33 %, mientras que el *P. ayacahuite* obtuvo el 74.66 % (Figura 3 a). Dichos valores son superiores a lo reportado por Benítez (2016), quien obtuvo una supervivencia de 65 % en plantaciones de 13 meses en *P. engelmannii* en Canatlán, Durango. De acuerdo con los resultados obtenidos de supervivencia > 50 % en la reforestación, el área cubre el requisito establecido en las reglas de operación del Programa Nacional Forestal, por lo que esta comunidad podría tener acceso a dicho recurso para dar mantenimiento al área de reforestación (CONAFOR, 2017).

Asimismo, Torres y Magaña (2001) indican que 60 % de supervivencia es aceptable para plantaciones de protección, por lo que el porcentaje obtenido es considerado viable para cumplir dicha función en el área de reforestación.

### Crecimiento e incremento de variables dasométricas

Las dos especies tuvieron diferentes respuestas en el sitio de reforestación, el incremento en diámetro basal a los 134 y 195 días fue 4.85 y 6.10 mm en *P. patula* con un incremento de 1.25 mm y para

*P. ayacahuite* los valores fueron de 4.52 y 6.03 mm con un incremento de 1.51 mm con mayor incremento en *P. ayacahuite* (Figura 3 b). La prueba de comparación de medias de T indica que no hay diferencias significativas entre especies. En este mismo sentido Godínez (2019), registro 5.82 mm de incremento en *Pinus pseudostrabus* a 10 meses de su establecimiento en la Ciénega, Malinaltepec, Guerrero; mientras que Prieto *et al.*, (2007) indico valores de  $6.8 \pm 0.37$  mm en *Pinus engelmannii* y  $6.9 \pm 0.20$  mm en *Pinus cooperi* a 1.5 mes de su establecimiento en condición de baja calidad de planta.

La altura total mostró valores de 15.31 a 27.68 cm en *P. ayacahuite* con un incremento de 12.37 cm y *P. patula* obtuvo un incremento de 7.7 cm de 28.84 a 36.54 cm a los 73 y 257 días respectivamente (Figura 3 c). Dicho valor es similar a lo registrado por Muñoz-Flores *et al.*, (2019) con 35.81 cm a cuatro meses en *Pinus pseudostrabus* y Godínez (2019), presentó valores de 35.70 a 39.31 cm en diferentes tratamientos de fertilización para *Pinus pseudostrabus* a 10 meses de la plantación ( $P < 0.05$ ). Diversos autores señalan que el crecimiento en altura se atribuye a la disponibilidad de humedad al momento de establecer la plantación (Larcher ,2003; Fitter y Hay, 2012), por lo que la ausencia de diferencias significativas para el crecimiento en

altura de alguno de los periodos evaluados en este estudio es indicador de poca disponibilidad hídrica al momento de establecer la plantación, lo que pudo haber influido influyo a la poca variabilidad.

Durante la evaluación, *P. patula* mantuvo el mayor diámetro de copa en todas las evaluaciones de 19.36 a 24.73 cm con un incremento de 5.42 cm; mientras que el crecimiento en *P. ayacahuite* fue de 19.03 a 20.32 cm con un incremento 1.29 cm (Figura 3 c). Siendo *P. patula* el de mayor incremento ( $P < 0.05$ ), estos valores son menor a lo reportado por Vázquez *et al.*, (2016), con 7.34 y 18.12 cm en plantaciones de *Pinus oaxacana* Mirov a 12 meses de su establecimiento.

### Correlación de variables dasométricas en *Pinus ayacahuite* y *Pinus patula*

El análisis de correlación de Pearson ( $r$ ) entre las variables para *P. ayacahuite* fue positivo y significativo ( $P < 0.05$ ), donde a mayor altura mayor diámetro de copa registrando mayor grado de relación ( $r = 0.58$ ), seguido el diámetro basal con altura ( $r = 0.46$ ); en contraparte, el diámetro basal con diámetro de copa registró una baja correlación ( $r = 0.31$ ) (Figura 4 a y Cuadro 1). *Pinus patula* solamente mostró correlación en diámetro basal y altura ( $r = 0.27$ ;  $P = 0.026$ ) mientras las demás variables no evidenciaron correlación (Cuadro 1). Los valores son

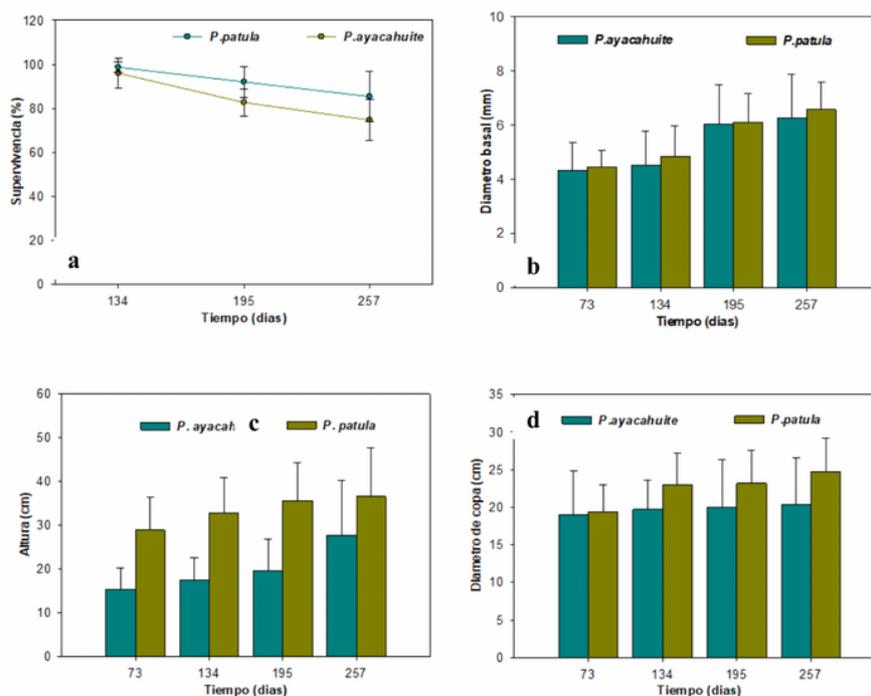


Figura 3. a) Supervivencia, b) Diámetro basal (mm), c) Altura (cm) y d) Diámetro de copa en plántulas de *P. patula* y *P. ayacahuite*.

inferiores a los obtenidos por Pérez *et al.*, (2017), para el diámetro de copa con respecto al diámetro normal, altura total y área basal con  $r = 0.69, 0.70$  y  $0.76$  respectivamente.

Cuadro 1. Valores de correlación de Pearson entre variables dasométricas en *P. ayacahuite* y *P. patula*.

Correlación		<i>Pinus ayacahuite</i>		<i>Pinus patula</i>	
		Coefficiente de correlación (r)	P	Coefficiente de correlación (r)	P
Diámetro basal	Altura	0.46	<0.001	0.27	0.026
	Diámetro de copa	0.31	0.017	0.14	0.096
Altura	Diámetro de copa	0.58	<0.001	0.21	0.260

## Conclusiones

En la reforestación de la comunidad de Chinameca, municipio de Atlamajalcingo del Monte el promedio general de la supervivencia entre las dos especies fue de 79.99 %; donde *P. patula* presentó el 85.33 % y *P. ayacahuite* 74.66 % de supervivencia.

Se encontraron diferencias altamente significativas ( $p < 0.001$ ) en la variable altura de *P. patula* y *P. ayacahuite* a los 134, 195 y 257 días de evaluación, ambas presentaron el mayor crecimiento en esta variable. La correlación entre las variables fue positivo y significativos ( $p = 0.01$ ), con los valores más altos de altura y diámetro de copa en la especie de *P. ayacahuite* (0.58), mientras que para *P. patula* se obtuvo mayor valor para la variable diámetro basal y altura ( $r = 0.27$ ).

La especie de *Pinus patula* presentó los valores más altos en todos los parámetros evaluados, por esta razón se considera a esta especie como la mejor alternativa para impulsar programas de reforestación en la región Montaña de Guerrero.

**Literatura citada**

- Benítez C., M. A. G. (2016). *Supervivencia y crecimiento de plantaciones forestales comerciales en el conjunto predial “El Duranguense”, Canatlán, Durango.* (Tesis de maestría). Universidad Juárez del Estado de Durango. Durango, Dgo., México. 82 p.
- Bernaola, R. (2012). *Evaluación del sistema de doble trasplante de Pinus hartwegii para restauración de suelos en el Parque Nacional Volcán Nevado de Colima.* (Tesis de Maestría). DMC y P-CUCEI, Universidad de Guadalajara.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2010). *Prácticas de reforestación. Manual básico.* Guadalajara, Jalisco. 5-64.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2017). *Evaluación del Programa Nacional de Prevención y Combate de Incendios Forestales.* Universidad Autónoma de Chapingo, División de Ciencias Forestales.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) (2020). *Estimación de la tasa de reforestación en México para el periodo 2001-2018, mediante el método de muestreo.* Documento técnico. Jalisco, México. 21 Pp.
- Fitter, A. H. y Hay, R. K. (2012). *Environmental physiology of plants.* (3° ed) Academic press. 341 p.
- Godínez, S. J. (2019). *Calidad de plantas y supervivencia en reforestación de Pinus pseudostrubus Lindl., bajo diferentes tratamientos de fertilización.* (Tesis de Licenciatura no publicada). Universidad intercultural del Estado de Guerrero, México. 65 p.
- González, M. R., Avella, A. y Díaz, J.E. (2015). *Plataformas de monitoreo para vegetación, toma de datos y análisis de datos.* Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2006). *Conjunto de datos vectoriales Precipitación media anual Escala 1:1000 000.* Aguascalientes, Ags. México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2007). *Conjunto de datos vectoriales Temperatura media anual Escala 1:1000 000.* Aguascalientes, Ags., México.
- Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática (INEGI). (2008). *Conjunto de datos vectoriales Unidades Climáticas Escala 1:1 000 000.* Aguascalientes, Ags., México.
- Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI). (2020). *Prontuario de información geográfica municipal de los Estados Unidos Mexicanos; Atlamajalcingo del Monte, Guerrero: Clave geoestadística 12009.* Recuperado de <http://www3.inegi.org.mx/sistemas/mexicocifras/datos-geograficos/12/12009.pdf>.
- Food and Agriculture Organization (FAO). (2020). *Estudio de tendencias y perspectiva del sector forestal en America Latina al año 2020.* Recuperado de [https://www.fao.org/3/j2215s/j2215s06.htm#P655\\_52584](https://www.fao.org/3/j2215s/j2215s06.htm#P655_52584)
- Kanninen, M., Murdiyars D., Seymour F., Angelsen A., Wunder S. y German L. (2007). *Do trees on money. The implications of deforestation research policies to promote REDD.* Center for International Forestry Research. Bogos, Indonesia. Pp. 5-27.
- Larcher, W. (2003). *Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups.* Springer Science y Business Media. (4° ed). Springer-Verlag, Berlin, Germany 513 p.
- López L. B., Hernández R. B., Calleja P. B., Ríos C. J.M., Gálvez A. P., Cristóbal H. C. y Mora O. L. (2021). Germinación y crecimiento de tres especies de coníferas en un vivero de la Región Montaña de Guerrero. *XI Reunión Nacional de Investigación Forestal. Memoria.* México. Pp. 177-179.
- Muñoz-Flores, H. J., Sáenz-Reyes, J. T., Barrera-Ramírez, R., Hernández-Ramos, J., García-Magaña, J. J. y Castillo-Quiroz, D. (2019). Fechas de plantación y su influencia en el desarrollo de *Pinus pseudostrubus* Lindl., en Michoacán, México. *Revista Bio Ciencias* 6, e524.
- Nelson, G. C., M. W. Rosegrant, J. Koo, R. Robertson, T. Sulser, T. Zhu, C. Ringler, S. Msangi, A. Palazzo, M. Batka, M. Magalhaes, R. Valmonte-Santos, M. Ewing y D. Lee (2009). *Cambio climático. El impacto en la agricultura y los costos de adaptación.* Política Alimentaria. International Food Policy Research Institute. Washington, DC, USA 30 p.

- Pineda-Ojeda, T., V. M. Cetina-Alcalá, J. A. Vera-Castillo, C. T. Cervantes-Martínez, Gardezi, A. K. (2004). El trasplante contenedor-contenedor (1+1) y contenedor-raíz desnuda (P+1) en la producción de planta de *Pinus greggii* Engelm. *Agrociencia* 38 (006): 679-686.
- Prieto-Ruíz, J. A., Domínguez-Calleros, P. A., Cornejo-Oviedo, E. H. y Nívar-Cháidez, J. J. (2007). Efecto del envase y del riego en vivero en el establecimiento de *Pinus cooperi* Blanco en dos condiciones de sitio. *Madera y Bosques* 13(1):79-97.
- Ramírez, M. M. (2011). *Metodología para realizar y presentar los informes de supervivencia inicial (ISI) de las plantaciones forestales comerciales (Aspectos Técnicos)*. México: Comisión Nacional Forestal.
- Vásquez-García, I. Cetina-Alcalá V. M., Campos-Bolaños R. y Casal-Ángeles L.F. (2016). Evaluación de plantaciones forestales en tres comunidades de la Mixteca Alta oaxaqueña. *Agro Productividad*, 9(2): 12-19.
- Venegas, M. (2016). *Manual de Mejores Prácticas de Restauración de Ecosistemas Degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias*. Informe final dentro del proyecto GEF 000893333. México: CONAFOR, CONABIO, GEF-PNUD.