



Pruebas de regeneración artificial de *Pinus pseudotrobus* en localidades degradadas por incendios

RUBÉN A. MARROQUÍN FLORES*, JAVIER JIMÉNEZ PÉREZ**, FORTUNATO GARZA OCAÑAS**,
ÓSCAR AGUIRRE CALDERÓN**, EDUARDO ESTRADA CASTILLÓN**, RAFAEL BOURGUET DÍAZ*

De manera natural o inducida, en nuestro país, año con año, ocurren incendios durante la temporada seca. En algunas situaciones se considera que los incendios provocan graves daños a los ecosistemas, y, por otro lado, en sus manifestaciones más destructivas, eliminan la mayor parte de la vegetación y la fauna silvestre. En México, entre 1970 y 1990, los incendios destruyeron casi el 30% del área arbolada. En 1998 ocurrieron 14,000 incendios que afectaron 850,000 ha de bosques.¹ El fuego, en 1998, degradó con gran intensidad los bosques en las Sierras de San Antonio, Las Alazanas y el Coahuilón (en Coahuila, México), montañas con alturas entre 1700 y 3500 msnm. Esta área, cuya afectación fue de 5,099 ha, se declaró zona de restauración ecológica permanente, a petición de la Subdelegación de Recursos Naturales en Coahuila, el 23 de septiembre de 1998, en el Diario Oficial de la Federación. Dentro de las recomendaciones para la zona se menciona una densidad de siembra de 625 plántulas por hectárea.²

El área conocida como Laguna de Sánchez está ubicada dentro del Parque Nacional Cumbres de

Monterrey, fundado en 1939, con una superficie de 246,500 ha. En el Ordenamiento Ecológico, la superficie que se recomienda restaurar son 85,820 ha, que corresponden a bosques deteriorados delimitados en la carta llamada *Estado ecológico de la vegetación*, con un 14.88% de la superficie.³

Obras de rehabilitación, como la exclusión de mamíferos mayores y las barreras perpendiculares de troncos y ramas, son probadas en este estudio para ambas localidades. La presente evaluación, en 2002, comprende un período de tiempo de un año a partir de la fecha de plantación (2001), y de cuatro años a partir de la fecha del impacto del incendio en 1998. La población a recuperar es de *Pinus pseudostrobus*. Pequeñas plántulas y semillas fueron utilizadas para evaluar los resultados en las laderas de la Sierra Madre Oriental.

El objetivo de este estudio es comparar la respuesta en el establecimiento relativo a un año de

* Candidato a Doctor Facultad de Ciencias Forestales, UANL.
rubenalejandro.marroquin@ext.cemex.com

** Facultad de Ciencias Forestales, UANL.

*** Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Monterrey.

la plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl., en dos localidades de la Sierra Madre Oriental, probando cuatro tratamientos en forma de obras de rehabilitación.

Metodología

Las áreas de estudio se localizan en la Sierra Madre Oriental, una en el ejido Mesa Las Tablas, cuyas coordenadas en la zona 14 de la proyección UTM son 03.55.762 y 27.96.381 metros, le denominan El Hondable, con una altitud de 2500 msnm y un tipo de vegetación de bosque de pino y chaparral. La otra localidad se sitúa en el ejido Laguna de Sánchez, le denominan La Boquilla, sus coordenadas en la zona 14 de la proyección UTM son los 03.71.398 y 28.02.489 metros, con una altitud de 2000 msnm y un tipo de vegetación de bosque de pino-encino.

El diseño del experimento consistió en tres repeticiones, con cuatro tratamientos, instalados a la misma altitud y exposición.

Una de las técnicas de revegetación fue el establecimiento de plántulas, con obras de rehabilitación como barreras perpendiculares de troncos y ramas, áreas de exclusión de ganado mayor y el control un área libre del bosque quemado, donde también se plantó.

La otra técnica fue la de siembra de semillas, con obras de rehabilitación como áreas de exclusión de ganado mayor.

Las semillas, cuya procedencia es la región de Iturbide N. L., se obtuvieron en el Departamento de Silvicultura de la Facultad de Ciencias Forestales de la UANL.

Las plántulas son de la misma procedencia, y se obtuvieron en el vivero de la Facultad de Ciencias Forestales, en Santa Rosa, Iturbide, N.L., dichas plántulas fueron cultivadas por un año en contenedores de 500 ml del tipo bolsa de polietileno, con suelo del bosque como sustrato. En bloques de 8,000 plántulas fueron transportadas a la localidad y colocadas temporalmente en un patio de almacén, donde se les dio mantenimiento. Después se transportaron en pequeños bloques de 1,000 plántulas a la base de la montaña. Posteriormente se transportaron al lugar definitivo de la

plantación. La plantación se realizó durante la primera semana de agosto de 2001, en tres parcelas de 50 x 50 m por tratamiento, cercadas con alambre de púas, excepto el control. En éstas se plantaron, en marco del rey a 3 x 3 m, aproximadamente, 256 plántulas. Las cepas se abrieron con un talache, se desprendió el envase y se procedió a plantar la plántula; la mano de obra fue por parte de personas de la comunidad, que tienen experiencia en actividades de siembra y transplante (figura 1).

El tratamiento de barreras naturales se construyó en 2,500 m² con material vegetal muerto, producto del incendio. Se realizó con herramientas manuales y motosierra, se cortó y apiló cada siete metros perpendiculares a la pendiente una enramada de trocos y ramas, la cual es denominada "retenidas" por los campesinos. El tratamiento de áreas de exclusión se construyó con alambre de púas en tres líneas, utilizando como postes los árboles muertos y quemados en pie, en una extensión de 2,500 m². El tratamiento empleado como control, en un área de 2,500 m², quedó libre y se plantaron plántulas en igual forma. El tratamiento de semillas se sembró en un área de 2,500 m², cada cepa a 3 x 3 m, aproximadamente, se preparó al mullir el suelo con un talache, se colocaron cuatro semillas y se cubrieron con una fina capa de suelo.

La plantación se evaluó a los seis meses, registrando las plántulas muertas; las vivas fueron etiquetadas numerándolas progresivamente. La segunda evaluación fue al año de plantado el material. Se eliminaron las plántulas muertas y se tomó una segunda lectura a las plántulas establecidas a esta



Fig. 1. Cuadrilla de plantación.

fecha. Se realizó un análisis de varianza entre los tratamientos en las dos localidades con el programa estadístico Sigma-Stat®.

Durante 2001, se plantaron 38,500 plántulas, y en 2002, 80,000 plántulas como parte de un proyecto para recuperar zonas degradadas por fuego en la Sierra Madre Oriental; el proyecto fue patrocinado por el Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, el Tecnológico de Monterrey y Pronatura Noreste. Una parte pequeña de este material se utilizó para realizar esta investigación, en la que participaron profesores, administradores, campesinos, estudiantes, técnicos, responsables y asesores. La logística en el procedimiento de plantación fue un poco compleja. Las metas se lograron y los resultados preliminares de la plantación del año 2001 se muestran aquí.

Resultados

El tratamiento de exclusión en la localidad de Laguna de Sánchez resultó con un mayor establecimiento, mientras que el de semilla fue el menor (tablas I y II).

De acuerdo con la comparación de medias para el establecimiento en Laguna de Sánchez a los doce meses de la plantación con el método de Dunas, se encontró una diferencia ($P \leq 0.05$) entre tratamientos control y semilla, exclusión y semilla y barreras y semilla.

Tabla I. Establecimiento por tratamiento y repetición en Laguna de Sánchez, segundo registro a doce meses.

		Rep1 % est	Rep2 % est	Rep3 % est
trat 1	Barrera	33.77	20.62	17.56
trat 2	Exclusión	20.91	36.15	45.63
trat 3	Control	37.71	44	9.44
trat 4	Semilla	0	20.36	6

Tabla II. Porcentaje medio del establecimiento por tratamiento en Laguna de Sánchez, segundo registro a doce meses.

Barreras	Exclusión	Control	Semilla
23.9871	34.2324	30.3876	8.7902

Los resultados del establecimiento relativo en la localidad en Mesa Las Tablas fueron considerablemente más bajos que en Laguna de Sánchez (tablas III y IV).

Tabla III. Establecimiento por tratamiento y repetición en Mesa Las Tablas, segundo registro a doce meses.

		Rep1 % est	Rep2 % est	Rep3 % est
trat 1	Barrera	0	1.70	0
trat 2	Exclusión	0	5.01	0
trat 3	Control	0	0	0
trat 4	Semilla	1.86	0	0

Tabla IV. Porcentaje medio del establecimiento por tratamiento en Mesa Las Tablas, segundo registro a doce meses.

Barreras	Exclusión	Control	Semilla
.5681	1.6726	0	0.6230

De acuerdo con la comparación de medias para el establecimiento en Mesa Las Tablas a los doce meses de la plantación con el método de Dunas, no se encontró diferencia significativa entre los tratamientos.

Discusión

En la localidad Laguna de Sánchez, el establecimiento a seis meses de la plantación fue considerablemente alto para todos los tratamientos (55% para barreras, 68% para exclusión, 61% para el control y 34% de germinación y establecimiento de la semilla).

La lluvia en once días de agosto fue de 135.1 mm; en doce días de septiembre, 346.2 mm; en cinco días de octubre, 48.9 mm. Esta lluvia, posterior a la plantación, la favorece porque incrementa las condiciones de humedad en el suelo y en la atmósfera, lo que da como resultado un mejor establecimiento y germinación de la semilla.

El segundo registro, a los doce meses, indica un buen establecimiento para los estándares naciona-

les, que son de 10 a 15%.⁴ Considerando el clima seco de la región, se tiene un establecimiento de 24% para barreras, 34% para exclusión, 30% para el control y 9% para la semilla. Este incremento pudiera ser explicado a partir de los 842.4 mm de precipitación durante el año de la prueba, ya que la precipitación promedio anual en la estación es de 651 mm, con un periodo de registro de 38 años.

En la localidad de Mesa Las Tablas, el establecimiento a seis meses de la plantación fue bajo: 17% en barreras, 21% en exclusión, 6% en el control y 2% de germinación y establecimiento de la semilla.

El segundo registro, a los doce meses, indica un pésimo establecimiento, prácticamente nulo; se tiene 0% para barreras, 2% para exclusión, 0% para el control y 0% para la semilla. La precipitación anual en el desarrollo del experimento fue de 596 mm, ligeramente mayor al promedio anual de la estación, 528.4 mm, con un periodo de registro de 35 años. En esta localidad se presentaron roedores como conejos que depredaron las plántulas establecidas.

La localidad de Laguna de Sánchez, a seis meses de la plantación, mostró diferencia ($P < 0.05$) en función del establecimiento, entre el tratamiento de semillas y el resto de los tratamientos en los que se utilizó plántula. A los doce meses es más clara la diferencia entre los tratamientos con plántulas y semillas. Es notable la diferencia, independientemente del tratamiento, esto en función del establecimiento. Se recomienda como más efectiva la técnica de plántula, que la de semilla.

En la localidad de Mesa Las Tablas, a los doce meses, prácticamente no se tuvo sobrevivencia. Se generó una hipótesis, (figura 2), a través de un pro-

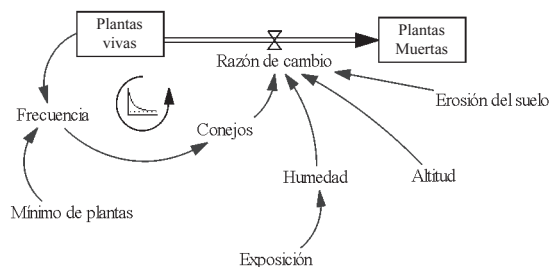


Fig. 2. Proceso de balance en la interacción de plantas vivas con el medio ambiente.

ceso de balance, el cual maneja un grupo de condiciones principales que no se cumplen.

Como se muestra en la hipótesis de la figura 2, el proceso de balance entre las variables plantas vivas, frecuencia y conejos, se observó así: a mayor cantidad de plantas vivas, mayor frecuencia (esta mayor frecuencia incrementa la atractividad del área e incrementa la aparición de conejos); a mayor cantidad de depredadores, mayor razón de cambio y, por lo tanto, menos plantas vivas. Con la disminución de plantas vivas se reduce la frecuencia y la atracción del área, disminuye la aparición de conejos y también la razón de cambio de plantas vivas a plantas muertas. Se llega entonces a un nuevo punto de balance, donde el ambiente permitirá un número mínimo de plantas de pino. Adicionalmente, los factores que aceleran este proceso son: la erosión de suelo, altitud y humedad, esta última variable depende del grado de exposición. Dado el corto tiempo y espacio físico del experimento (doce meses), dichos factores no se ven alterados por el número de plantas de pino sobrevivientes.

La simulación de la hipótesis en la figura 3 compara los porcentajes de plantas vivas en campo después de seis y doce meses (línea delgada), los porcentajes estimados por la simulación se muestran en la línea gruesa.

Se considera que las aportaciones en monitoreos subsecuentes traerán, por consiguiente, una propuesta tecnológica para este tipo de ecosistema, y también pudieran aportar nuevo conocimiento que contribuya a la conservación de la biodiversidad (figura 4).

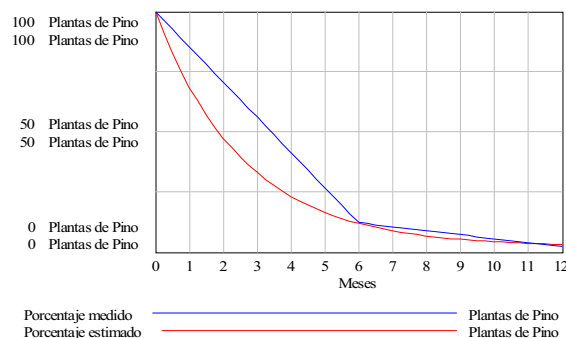


Fig. 3. Establecimiento en Mesa Las Tablas: comparación entre porcentajes de plantas vivas en campo y estimados.



Fig. 4. Plántula de *Pinus pseudostrobus*.

Resumen

El presente trabajo se realizó en dos sitios de la Sierra Madre Oriental, de 2000 a 2003. Se seleccionaron dos áreas incendiadas, una en cada localidad, se consiguió una especie disponible: *Pinus pseudostrobus* Lindl. Se instaló un experimento de restauración ecológica con esta especie. Se contó con cuatro tratamientos, con aproximadamente 770 cepas por tratamiento divididas en tres repeticiones. A un año de la plantación en la localidad Laguna de Sánchez se encontró que los tratamientos con plántulas entre sí no presentan diferencias en función del establecimiento, y que por su parte éstos sí presentan diferencias significativas con el tratamiento de semillas. La localidad Mesa Las Tablas presentó, a un año de la plantación, una mortalidad de 99%. Se muestra una hipótesis que pretende explicar este resultado. En la localidad de Laguna de Sánchez el establecimiento a un año fue de 25%.

Palabras clave: Regeneración artificial, Pino, Rehabilitación.

Abstract

This study was conducted at two different locations of the Oriental Sierra Madre from 2000 to 2003. Two severely burned areas were selected in each location, where seedlings of the species *Pinus pseudostrobus* Lindl were planted. An experiment

on ecological restoration using this pine species was conducted on two ecosystems. Four treatments were established with 770 seedlings each and these were divided into three repetitions. A year after planting in the location know as “Laguna de Sanchez”, it was found that there was no significant difference on seedling establishment among the different treatments. However, significant differences ($P < 0.05$) in treatments were found when using seeds instead of seedlings. The location known as “Mesa las Tablas” showed 99% mortality after a year. A hypothesis which intends to explain these results is presented. In the Laguna de Sanchez location, a 25% seedling establishment occurred after a year.

Keywords: Artificial Regeneration, Pine, Rehabilitation.

Referencias

1. Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza A. C. (FMCN), 2002. Historias de conservación 1994 – 2002; 72 pp.
2. Pronare, Semarnap. 1999. Programa de Restauración Ecológica del Predio Ejidos Potrero de Abrego, Mesa Las Tablas, Santa Rita y pequeñas propiedades; municipio de Arteaga; Delegación Federal del estado de Coahuila, Subdelegación de Recursos Naturales, Programa de Protección Forestal, 23 pp.
3. Noriega, R. J., Enkerlin, H. E., Lozano, G. F. 2000. Ordenamiento ecológico y modelos para el manejo sostenible de los ecosistemas de la Sierra Madre Oriental de Coahuila y Nuevo León. Programa de Manejo Sostenible de Ecosistemas y Laboratorio de Información Georeferenciada del Centro de Calidad Ambiental ITESM, 199 pp.
4. Cárdenas, J. A., 2001 Fracasaron programas de reforestación, Alberto Cárdenas Jiménez, director general de la Comisión Forestal, por Teresa Montaña/Corresponsal de El Universal. 25 de mayo de 2001.
5. Fiedler, P., Jain, S. 1992. Conservation Biology. The theory and practice of nature conservation preservation and management, Chapman and Hall, 507 pp.

6. Gross, E. Steinblums, I. Ralston, C. Jubas, H., 1989. Emergency Watershed Treatments on Burned Lands in Southwestern Oregon. Proceedings of the Symposium on Fire and Watershed Management, USDA Forest Service, General Technical Report PSW-109 109 - 114 pp.
7. Laboratorio de Información Georreferenciada, Centro de Calidad Ambiental, ITESM, Campus Monterrey & Facultad de Ciencias Forestales UANL. 2000. Los incendios en Nuevo León, México, durante el verano de 1998. <http://labsig.mty.itesm.mx/Proyectos/incendios/incendio.html>
8. Jones, S., L. 1998. The Once and Future Forest. A guide to forest restoration strategies. Island Press.
9. Huxel, G., Hastings, A. 1999. Habitat Loss, Fragmentation and Restoration. Restoration Ecology 7(3). 309-315.
10. Primack, R. B. 1995. A Primer of Conservation Biology. Sinauer, USA, 277 pp.

Recibido: 19 de mayo de 2005

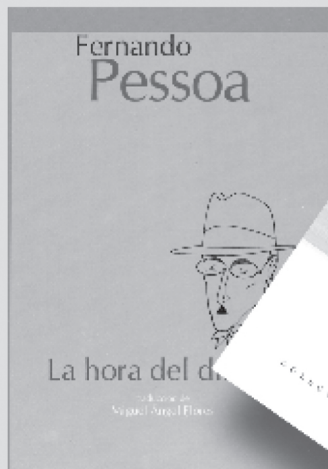
Aceptado: 4 de mayo de 2006



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN Secretaría de Extensión y Cultura

NOVEDADES EDITORIALES



(81) 83 29 41 11

SUSCRIPCIÓN

1 año (4 números)

- Monterrey	\$240.00
- México	\$260.00
- EUA y Canadá	\$400.00
- Resto del mundo	\$580.00

* Pesos mexicanos

CIENCIAUANL

SUSCRIPCIÓN

1. Depositar el costo de la suscripción anual correspondiente en el banco:
BANORTE sucursal Gran Plaza, a nombre de la Universidad Autónoma de Nuevo León en la cuenta 051 35 847-3.
2. Enviar junto a esta forma de suscripción una fotocopia de la ficha de depósito a:

Revista CiENCIA UANL
Biblioteca Magna Universitaria
«Raúl Rangel Frías», 5o. Piso.
Av. Alfonso Reyes 4000 Nte.
C.P. 64440, Monterrey, N.L., México
Tel. (5281) 83294236
O por fax al (5281) 83294090 ext. 6623

ORDEN DE SUSCRIPCIÓN

NOMBRE: _____

DIRECCIÓN: _____

CIUDAD: _____ ESTADO: _____

CÓDIGO POSTAL: _____ PAÍS: _____

TELÉFONO: _____ FAX: _____

E-mail: _____ FIRMA: _____