

SIEMBRA DIRECTA DE *Pinus durangensis* MARTÍNEZ EN EL PREDIO "MOLINILLOS", MUNICIPIO DE DURANGO, DURANGO

E. Vega-Fernández¹; G. Vera-Castillo²

¹División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. C.P. 56230.

RESUMEN

La presente investigación se realizó con el objetivo de conocer la respuesta de *Pinus durangensis* Martínez al ser regenerado a través de siembra directa aprovechando las lluvias invernales en el predio "Molinillos", Durango, Dgo. La siembra se efectuó en febrero de 1997, se tomaron datos de germinación de semillas y sobrevivencia de plántulas mensualmente hasta septiembre del mismo año. Los tratamientos aplicados al suelo fueron quema, remoción, quema-remoción y un testigo, así mismo, la mitad de las parcelas se protegieron con bastidores de madera y tela metálica para evitar depredación de semillas y plántulas. Para la variable germinación la protección no tuvo efecto ($P > 0.05$), mientras que el efecto de los tratamientos fue altamente significativo ($P < 0.0001$). El mayor porcentaje de germinación de semillas ocurrió en el tratamiento quema-remoción con un 74%.

Para la variable sobrevivencia el efecto de la interacción tratamiento*protección fue altamente significativo ($P < 0.0001$). La mayor sobrevivencia ocurrió en las parcelas sin protección ($P = 0.001$), esto debido a que bajo el armazón de la estructura protectora y el suelo se creó un microambiente adecuado para que proliferarán insectos depredadores de plántulas (hormigas principalmente) En la combinación quema-remoción sin protección se registró un 50% de sobrevivencia de plántulas.

PALABRAS CLAVE: Siembra directa, *Pinus durangensis*, cama sembrera, regeneración artificial, precipitación de invierno.

DIRECT SEEDING OF *Pinus durangensis* Martínez IN "MOLINILLOS", DURANGO, DURANGO

SUMMARY

The objective of this research was to determine whether or not direct seeding can be applied to regenerate natural stands of *Pinus durangensis* Martínez, with winter precipitation. The study was carried out in "Molinillos", Municipality of Durango. Seeding was done in February, 1997, and data on germination and seedling survival were taken monthly until September of the same year.

Site preparations modified the conditions to make seedbeds that would be favorable for germination. Four site preparations were used: prescribed burning, scarification, prescribed burning-scarification, and the control. Also, half of the seedbeds were protected with wooden frames and metal screening to keep out seed-eating predators. For the variable germination, protection had no effect ($p > 0.05$), while the effect of the site preparation treatments was highly significant ($p < 0.0001$). The largest percentage of seed germination (74%) occurred with burning-scarification.

For the variable survival, the effect of the interaction of treatment and protection was highly significant ($p < 0.0001$). The highest rate of survival occurred in the plots without protection ($p < 0.001$), because, under the protective structure and the soil, a microenvironment was created which promoted the proliferation of insect predators (mainly ants) which destroyed the seedlings. In the combination of prescribed burning without protection, a 50% survival rate was recorded.

KEY WORDS: Direct seeding, *Pinus durangensis*, seedbed, artificial regeneration, winter precipitation.

INTRODUCCIÓN

En México, al elegir el método de aprovechamiento de un bosque, el silvicultor se basa primordialmente en el diámetro y una intensidad de corta mínimos sin tomar en cuenta previsiones específicas para la obtención de regeneración (Fierros, 1991), esto debido al poco conoci-

miento que se tiene de las necesidades ecológicas de las especies al ser tratadas con un método de tratamiento silvícola (Velázquez, 1984).

Un ejemplo, de ello se tiene en la región norte del país, no siendo el Estado de Durango la excepción de tal problemática, donde el uso de sistemas silvícolas y ma-

nejo intensivo del bosque han incrementado la aplicación del método de regeneración natural se consigue casi sin problemas debido a los tipos de piso forestal, al clima y a la poca presión de la gente que vive y realiza actividades en los bosques. Sin embargo, este éxito en ocasiones resulta insuficiente (Fierros, 1991).

Lo anterior hace necesario experimentar con técnicas de regeneración artificial complementarias y/o alternativas. Una de esas técnicas es la siembra directa de semillas forestales que aplicada correctamente, además de la facilidad para realizarla y sus reducidos costos de establecimiento, tiene mayor probabilidad de éxito que la regeneración natural (Smith, 1986). Por lo anterior, con esta investigación se pretende dar a conocer la respuesta de *Pinus durangensis* a ser regenerado a través de siembra directa aprovechando las lluvias invernales en el predio forestal "Molinillos", municipio de Durango, Dgo.

REVISIÓN DE LITERATURA

Siembra directa

La siembra directa se define como la acción deliberada del hombre de proveer al suelo con semilla para asegurar la regeneración de especies deseadas (Smith, 1986). Esta práctica es tan vieja como la actividad forestal misma; fue usada por forestales europeos hace más de 200 años y en los Estados Unidos el primer reporte sobre este tema se publicó en 1880 (Mann, 1964, Abbot y Hilton, 1964); citados por (Fierros, 1991).

Ventajas y desventajas de la siembra directa

Esta técnica de regeneración artificial, al igual que cualquier otra, presenta ventajas y desventajas. Las principales ventajas radican en el bajo costo para llevarla a cabo, ya que la preparación del sitio en ocasiones ni siquiera es necesaria debido a que se puede realizar después de una matarrasa, incendio u otro disturbio natural, donde los micrositios generados por estos fenómenos son ideales para la germinación de las semillas y establecimiento de las plántulas, así mismo, requiere de menor mano de obra y se puede ejecutar en áreas escarpadas e inaccesibles mediante la siembra aérea. Las desventajas más evidentes de esta técnica son la falta de control sobre la densidad y espaciamiento, requiere de grandes cantidades de semilla, el éxito esperado depende en gran medida de la ocurrencia de lluvias y tanto las semillas como las plántulas son altamente susceptibles al ataque de roedores, pájaros y hongos en sus primeras etapas de crecimiento, entre otras (Campbell, 1974; Daniel *et al.*, 1982; Pritchett, 1986; Smith, 1986; Schubert y Adams, 1971; Fierros, 1991).

Aspectos técnicos a considerar en una siembra directa

El éxito de la siembra directa, al igual que cualquier otro método de regeneración de un bosque, depende de diferentes factores tales como el clima local, el microclima, el piso forestal (cama sembrera), la especie seleccionada, la competencia y la depredación principalmente (Schubert y Adams, 1971).

Algunos cuidados que puede tener una acción correctiva o preventiva y aumentan el éxito de una siembra directa son, entre otros (Schubert y Adams, 1971; Smith, 1986):

1. Protección contra roedores, pájaros, hongos e insectos, ya sea utilizando repelentes químicos o protección mecánica.
2. Determinar la fecha adecuada de siembra para evitar insolaciones que deshidraten a las semillas o el suelo; evitar la presencia de heladas tempranas en otoño o tardías en primavera que congelen a las plántulas o las saque de la cama de crecimiento.
3. El cercado del área sembrada para evitar el pisoteo o ramoneo, en su caso, por el ganado.
4. La eliminación de hierbas y arbustos que además de limitar a las plántulas de humedad, luz y nutrimentos, pueden ejercer posibles efectos alelopáticos.

Causas de las pérdidas de semillas y plántulas

Dentro de los factores bióticos y abióticos que pueden entorpecer el establecimiento de las plántulas están los roedores granívoros, insectos, pájaros animales ramoneadores, hongos, sequía, bajas temperaturas, calor, heladas y competencia con otras plantas por luz, humedad y nutrimentos; el grado de afectación de uno o más varía de acuerdo a la localidad y época del año. (Smith, 1986).

Cantidad de semilla

La cantidad de semilla a utilizar en la siembra directa depende de las condiciones del sitio, el clima, método de siembra, tamaño de la semilla (número de semillas/kg), viabilidad de la semilla, porcentaje de germinación, el nivel de densidad deseado y las poblaciones de consumidores de semillas (Schubert y Adams, 1971).

Mitchell *et al.* (1990) recomiendan algunas cantidades de semilla a utilizar de acuerdo a la especie y al método de siembra (al voleo, en línea o manchones), mencionan que estas cantidades se pueden extrapolar a otras espe-

cies basándose en el tamaño y el porcentaje de viabilidad de la semilla de la especie deseada. En el Cuadro 1 se indican las cantidades de semilla empleada en siembras directas.

CUADRO 1. Cantidad de semilla empleada en siembras directas por especie en la provincia de British Columbia, Canadá.

Especie	Siembra al voleo (semilla/ha)	Siembra en líneas (semillas/ha)	Manchones (2 500 semillas/ha)
<i>Pinus radiata</i>	70 000 - 80 000	16,000	5 - 8
<i>Picea sp</i>	100 000 - 200 000	20 000 - 24 000	7 - 10
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	50 000 - 70 000	12 000 - 16 000	6 - 10
<i>Pinus ponderosa</i>	18 000	8 000 - 12 000	4 - 8
<i>Larix se</i>	90 000 - 140 000	16 000 - 24 000	7 - 10

MATERIALES Y MÉTODOS

El ensayo de investigación se realizó en el predio forestal "Molinillos", ubicado al suroeste de la ciudad de Durango, en el municipio del mismo nombre. Se localiza en la Sierra Madre Occidental, entre los paralelos 23° 37' y 23° 40' de Latitud Norte y de los 104° 59' 30" a 105° 08' 30" de Longitud Oeste con respecto al meridiano de Greenwich, la altitud varía de 2 200 a 2 600 msnm (INEGI, 1981).

Metodología

El experimento se estableció en un rodal natural de *Pinus durangensis* donde no existía regeneración natural, las principales características de este lugar fueron: cobertura de dosel del 40 al 50%, edad promedio 30 años, altura promedio del arbolado 20 m, profundidad del suelo 1 m y grosor de la capa de materia orgánica del suelo de 8 a 10 cm.

Semilla utilizada

La semilla fue colectada por el personal de la UCO-DEFO No. 4 (Unidad de Conservación y Desarrollo Forestal) del estado de Durango en el área semillera "Tauritas" del ejido La Manga, perteneciente al municipio de San Dimas, Durango durante el mes de enero de 1996.

De acuerdo con Bonner (1974), las semillas empleadas en el estudio, les fueron realizadas algunas pruebas de laboratorio propuestas por la AOSO (Asociación de Analistas Oficiales de Semillas) y la ISTA (Asociación Internacional de Análisis de Semillas). dichas pruebas se llevaron a cabo en el Laboratorio de Semillas del Departamento de Ecología y Silvicultura de la División de Ciencias Forestales de la Universidad Autónoma Chapingo, obteniéndose los siguientes resultados: Pureza: 100%; Viabilidad: 91%; Germinación: 84% y Número de semillas/kg: 41 500

Aplicación de tratamientos al suelo.

Se aplicaron cuatro tratamientos al suelo, los cuales se describen a continuación:

1. Testigo (T1): estas parcelas no se modificaron, es decir la siembra se realizó sobre la capa de materia orgánica y la vegetación existente.
2. Remoción (T2): para hacer la remoción del suelo se utilizó una pala recta y un azadón, en este tratamiento se "aflojó" el suelo y se incorporó la materia orgánica superficial así como pastos y pequeños arbustos.
3. Quema (T3): con la ayuda de un soplete manual y un tanque pequeño con gas, fueron quemados los residuos orgánicos superficiales del suelo así como los pastos y pequeños arbustos que se encontraron dentro de la parcela experimental.
4. Quema-remoción (T4): este tratamiento consistió en una combinación de los dos tratamientos anteriores, el objeto de hacerlo fue "aflojar" el suelo e incorporar las cenizas de los residuos superficiales.

Así mismo, la mitad de las parcelas fueron protegidas con bastidores de madera y tela metálica, lo anterior fue para evitar el daño y/o pérdidas de semillas y plántulas de los posibles depredadores (roedores, pájaros, ganado, etc.) y poder cuantificar dichos daños y/o pérdidas en las parcelas sin protección.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar en arreglo factorial, el primer factor correspondió a los cuatro tratamientos del suelo, el segundo fueron dos niveles de protección proporcionados a las parcelas experimentales. Para cada combinación de factores se tuvieron cuatro repeticiones:

El experimento se analizó bajo el siguiente modelo estadístico (Steel y Torrie, 1985).

$$y_{ijk} = \mu + \tau_i + \beta_j + (\tau\beta)_{ij} + \epsilon_k$$

Donde: Y_{ik} = Valor de la variable de respuesta correspondiente al nivel i del tratamiento t con nivel j de la protección p en la repetición k

μ = Media general.

τ_i = Efecto del nivel i del tratamiento t

β_j = Efecto del nivel j de la protección p .

$(\tau\beta)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre el i -ésimo nivel de tratamiento y el j -ésimo nivel de protección.

B_k = Error experimental
 Suponiendo que $B_k \sim \text{niid}(0, \sigma^2)$

En total se establecieron 32 metros cuadrados de parcelas experimentales, cada parcela fue de un metro cuadrado.

Siembra

La siembra se realizó manualmente en "marco real" de 10x 10cm, utilizando 100 semillas por unidad experimental, dando un total de 3 200 semillas. Previamente la semilla fue remojada en agua durante 24 horas. La profundidad de siembra fue de 2 cm aproximadamente.

La fecha de siembra fue el día 4 de febrero de 1997 con el fin de aprovechar las lluvias invernales conocidas como "aguanieve" que son comunes en la zona.

Toma de datos

A partir de la fecha de siembra se realizó una toma de datos mensual hasta septiembre del mismo año para dar seguimiento al comportamiento de la germinación, sobrevivencia y mortandad de las semillas y plántulas respectivamente.

Análisis estadístico

Para el análisis de los datos obtenidos en el experimento se utilizó el procedimiento estadístico denominado análisis de varianza (Steel y Torrie, 1985), este análisis se realizó con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) mediante el procedimiento Proc Anova (SAS, 1988), bajo el modelo mencionado anteriormente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Germinación total

De acuerdo al análisis de varianza realizado (Cuadro 2) para la variable germinación total, se determinó que la protección proporcionada a las parcelas no tuvo efecto sobre esta variable ($P > 0.05$), no así los tratamientos aplicados al piso forestal, los cuales tuvieron un efecto altamente significativo sobre la germinación ($P < 0.0001$).

CUADRO 2. Análisis de varianza para la variable germinación total de Pinus durangensis.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	3	111634375	3721145833	3991	00001
(T) Protección	1	078125	0781125	008	07747
(P) T * P	3	209375	06979167	007	09729
Error	24	22375	93229167		
Total	31	134296875			

Así mismo, al realizar la comparación de medias de acuerdo a la prueba estadística de Waller-Duncan se encontró que las medias obtenidas se agrupan como se indica en el Cuadro 3.

CUADRO 3. Comparación de medias de la germinación total de Pinus durangensis bajo diferentes tratamientos al suelo de acuerdo a la prueba de Waller-Duncan.

Tratamiento	Media (%)
Quema-remoción (T4)	74.00
Quema (T3)	68.00 ^b
Remoción (T2)	64.00 ^c
Testigo (T1)	58.00 ^d

Medias en la misma columna con diferente letra son diferentes ($P < 0.05$)

Sobrevivencia total

Debido a que los datos obtenidos en esta variable no se distribuyeron de forma normal, se utilizó la técnica denominada "transformación angular", la cual permite que datos consignados en porcentaje cumplan con el supuesto de normalidad necesario para el análisis de varianza (Steel y Torrie, 1985). Posteriormente, se encontró que el efecto de los tratamientos, la protección y la interacción tratamientos*protección fueron altamente significativos (Cuadro 4).

CUADRO 4. Análisis de varianza para la variable sobrevivencia total de plántulas de Pinus durangensis.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F	Pr > F
Tratamientos	3	009462112	003154037	3384	00001
(T) Protección	1	034373320	034373320	36878	00001
(P) T * P	3	004908853	016362840	1756	00001
Error	24	002237000	000093208		
Total	31	050981285			

Para comparar las medias del efecto de la protección sobre la sobrevivencia total se utilizó la prueba de t de Student obteniendo la diferencia mínima significativa mediante la siguiente fórmula (Caballeri, 1973):

$$Dms_{0.001} = t_{0.001} \sqrt{\frac{2S^2}{r}}$$

Donde:

Dms = Diferencia mínima significativa.

S^2 = Cuadrado medio del error

r = Número de repeticiones

$t_{0.001}$ = Valor tabular de t al nivel de significancia deseado y grados de libertad del error.

Al sustituir valores respectivos en la fórmula se tiene que:

$$Dms_{0.001} = 3.75 \sqrt{\frac{2(0.00093208)}{4}} = 0.080846909$$

Con base en lo anterior se encontró que para todos los tratamientos bajo la condición sin protección la sobrevivencia fue mayor ($P < 0.001$) que en la condición con protección (Cuadro 5) ya que la diferencia entre las medias de un mismo tratamiento bajo diferentes condiciones fue mayor que la diferencia mínima significativa obtenida.

CUADRO 5. Comparación de medias de la sobrevivencia total de plántulas de *Pinus durangensis* bajo diferentes tratamientos al suelo y condiciones de protección de acuerdo a la prueba de *t* de Student.

Condición	Tratamientos			
	Testigo (%)	Remoción (%)	Quema (%)	Quema-remoción (%)
Sin protección	25.31	33.54	42.07	50.52
Con protección	11.88	22.44	16.98	17.08

Estos resultados son contradictorios con lo que diversos autores coinciden en señalar, que se obtendrán mejores resultados de sobrevivencia si la plántula es protegida contra diversos depredadores (Daniel *et al.*, 1982; Hermann, 1978; Schubert y Adams, 1971; Smith, 1986), pero para este caso el contacto de la estructura protectora con el piso forestal propició las condiciones adecuadas para el desarrollo de insectos depredadores de plántulas, (hormigas principalmente), que causaron una alta mortalidad en las parcelas protegidas.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. La siembra directa, es una alternativa viable para regenerar rodales de *Pinus durangensis*, siempre y cuando se de una preparación previa a la cama sembradora consistente en quemar y posteriormente incorporar los residuos de dicha quema al piso forestal (quema-remoción).
2. La siembra directa puede ser realizada durante el invierno (diciembre a marzo) para aprovechar las lluvias invernales en la germinación de semillas y establecimiento de plántulas.
3. El efecto de la protección utilizada en este experimento resultó no adecuado debido a que creó un microambiente apropiado para que se criaran y desarrollaran insectos (hormigas principalmente) depredadores de semillas y plántulas suculentas.
4. En las parcelas testigo se observó una alta mortalidad provocada por hongos causantes de la pudrición de tallo (Damping-off) en comparación con las parcelas donde se aplicó quema y quema-remoción. Por

lo anterior se sugiere que la aplicación de quemas controladas, previas a la siembra directa, puede reducir considerablemente la incidencia de Damping-off.

LITERATURA CITADA

- BONNER, F. T. 1974. Análisis de semillas forestales. Traducción al español de O.A. Rodríguez T. Serie de apoyo académico No. 47. División de ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 53 p.
- CABALLERO D., M. 1973. Estadística práctica para dasónomos. Publicación No. 26. Secretaría de Agricultura y Ganadería. Subsecretaría Forestal y de Fauna. Dirección General del Inventario Nacional Forestal. México, D. F. 195 p.
- CAMPBELL, T. E. 1974. Direct seeding loblolly pine beneath hardwoods on dry stands. *Tree Planterse Notes* 25(3):23-25.
- DANIEL, T. W.; HELMS, J.E.; BAKER, F.S. 1982. Principios de silvicultura. Segunda edición. Traducción al español de R Elizondo M. McGraw-Hill. México, D. F. 492 p.
- FIERROS G., A. M. 1991. La siembra directa: una alternativa en la regeneración forestal. *México y sus bosques*. 20(2): 17-24.
- HERMANN, R. K. 1978. Planting and seeding. *In: Regenerating Oregon's Forests. A guide for the regeneration forester*. Edited by B. D. Cleary, R. D. Greaves and R. K. Hermann. Oregon State University. Extension Service. School Forestry. Corvallis. Oregon. USA. Pp 148-162.
- INEGI. 1981. Carta topográfica Regocijo. F-13 A29. Escala 1:50.000.
- MITCHELL, W. K.; DUNSWORTH, G.; SIMPSON; A. VYSE. 1990. Planting and seeding. *In: Regenerating British Columbia's Forests*. Edited by lavender. Parixh. Johnson. Montgomery. A Vyse. Willis and Winston. British Columbia, Canadá. Pp 235-253.
- PRITCHETI, W. L. 1986. Suelos forestales. Propiedades, conservación y mejoramiento. Traducción al español de J. Hurtado V. Noriega-Limusa. México. D. F. 634 p.
- SAS. 1988. SAS User's Guide: Basics. SAS Institute Inc. Cary. North Carolina. USA. 524 p.
- SCHUBERT, G. H.; ADAMS R. S. 1971. Reforestation practice for conifers in California. State of Calif. The Resources Agency, Dep. Conserv., Div. For., Sacramento, California. USA. 359 p.
- SMITH, D. M. 1986. The practice of silviculture. Eighth edition. John Wiley & Sons, Inc. New York, USA. 527 p.
- STEEL, R. G. D.; TORRIE, J. H. 1985. Bioestadística. Principios y procedimientos. Segunda edición. Traducción al español de R. Martínez B. McGraw-Hill. México, D. F. 622 p.
- VELÁZQUEZ M., A. 1984. Estudio de algunos factores que influyen en la regeneración natural de *Pinus hartwegii* Lindl., en Zoquiapan, México. Tesis de Maestría en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 123 p.