

**SUPERVIVENCIA Y CRECIMIENTO INICIAL
DE UNA PLANTACION CON *PINUS HALEPENSIS* MILL.,
PINUS ELДАРICA MEDW., Y *PINUS BRUTIA* TEN.
EN COMPARACION CON PLANTULAS DE *PINUS ESTEVEZII*
(MART.) PERRY PROVENIENTES DE REGENERACION
NATURAL EN EL NORESTE DE MEXICO**

A. DOMINGUEZ

J. NAVAR

J. JIMENEZ

Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León
Apartado Postal 41. 67700 Linares, N.L. MEXICO.

RESUMEN

Los objetivos del presente trabajo fueron: 1) comparar el crecimiento en altura de plántulas provenientes de la regeneración natural de *Pinus estevezii* (Mart.) Perry con aquél mostrado por tres especies de pinos mediterráneos (*P. halepensis* Mill., *p. eldarica* Medw. y *P. brutia* Ten.); y 2) evaluar el porcentaje de supervivencia de las especies introducidas establecidas en un rodal degradado por cortas excesivas y sobrepastoreo en la Sierra Madre oriental del Estado de Nuevo León, México. La comparación del crecimiento en altura se realizó a través de un análisis de covarianza utilizando la edad como covariable, comparando las pendientes de modelos regresivos. La edad y altura de las especies se ajustaron mejor a modelos de potencia y las pruebas de t para las pendientes de los modelos indicaron que la tasa de crecimiento en altura es estadísticamente mayor para la regeneración natural de la especie nativa, comparada con aquélla de las especies mediterráneas. Entre estas últimas especies no hubo diferencias significativas, aunque *P. halepensis* mostró una mejor tasa de crecimiento que el resto de las especies introducidas. El porcentaje de supervivencia de las especies mediterráneas hasta 1995 fue de 63,47 y 28 p. 100 para *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*, respectivamente. Esta información indica que resulta factible promover la reforestación con especies mediterráneas que pueden favorecer parcialmente el establecimiento de la regeneración natural de la especie nativa, *P. estevezii*, en áreas degradadas del noreste de México.

PALABRAS CLAVE: Crecimiento en altura
P. estevezii (Mart.) Perry
P. halepensis Mill.
P. brutia Ten.
P. eldarica Medw.

INTRODUCCION

En el Estado de Nuevo León, México, los bosques mixtos de coníferas-latifoliadas se distribuyen en la Sierra Madre oriental mezclándose en diferentes grados según la altitud,

Recibido: 6-2-97

Aceptado para su publicación: 12-5-97

exposición y el tipo de suelo (Müller-Using, 1991). Económicamente, los géneros más importantes son *Pinus* y *Quercus* ya que el 95 p. 100 de la madera aprovechada en el Estado proviene de diferentes especies de pinos y encinos (Wolf *et al.*, 1986). En estos ecosistemas el aprovechamiento maderable, la ganadería extensiva y el efecto de los incendios forestales han reducido la capacidad de regeneración natural presentando una estructura monoestrática compuesta, principalmente por árboles maduros. Esta situación ha generado el interés de establecer plantaciones forestales con el propósito de integrar estas áreas a la producción regional. Sin embargo, cuando los sitios carecen de una adecuada cobertura vegetal, su recuperación está en función del grado de alteración ecológica. De tal manera que la elección correcta de especies resulta fundamental en la recuperación de áreas marginales. La alta plasticidad ecológica y las características pioneras mostradas por *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica* en la región noreste de México (Domínguez *et al.*, 1995) representan una valiosa ayuda para el establecimiento de la regeneración natural de *P. estevezii* en estas áreas.

El presente trabajo tiene como objetivo evaluar el desarrollo de la supervivencia y el crecimiento en altura de una plantación de *P. halepensis* Mill., *P. brutia* Ten. y *P. eldarica* Medw. después de diez años de su establecimiento y compararlo con el crecimiento mostrado por *P. estevezii* (Mart.) Perry proveniente de la regeneración natural.

MATERIAL Y METODOS

El sitio experimental se encuentra en el Bosque-Escuela de la FCF-UANL, localizado en el municipio de Iturbide, Nuevo León, situado en los 24° 43' 50" de latitud Norte y los 99° 53' 00" de longitud Oeste (Fig. 1). El clima del área, según la clasificación de Köppen, modificada por García es [BS1 hw" (e)] definido éste como cálido-seco. La temperatura promedio anual es de 18° C, con una máxima mensual de hasta 35° C y una mínima de -10° C, que normalmente se registran en los períodos junio-agosto y diciembre-enero, respectivamente. La precipitación se presenta en el verano en forma bimodal (junio y septiembre) con un promedio anual de 629,1 mm (Návar *et al.*, 1995). Los suelos, en general, son someros del tipo litozol y rendzinas geológicamente originados de lutitas y calizas del Cretácico Superior (Woerner, 1990). La vegetación está fuertemente determinada por la exposición, el relieve y la roca madre. En las laderas norte dominan los géneros *Quercus* y *Pinus* y en menor escala se encuentran, también *Juniperus*, *Arbutus* y *Rhus*. Las laderas situadas en exposiciones sur se caracterizan por una vegetación de matorral abierto (Synnott, Marroquín, 1987).

El ensayo de reforestación se estableció en un sitio representativo del uso del suelo en la región (sobrexplotación de madera y pastoreo intensivo). Las especies a probar (*P. halepensis*, *P. eldarica* y *P. brutia*) se plantaron bajo un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. Cada bloque consta de doce parcelas (tratamientos). Originalmente, las parcelas fueron constituidas por 49 plantas de doce meses de edad (1 + 0). Las plantas fueron criadas en un vivero cercano al sitio de plantación bajo condiciones homogéneas. La técnica de plantación empleada fue la "cepa común" (hoyos cilíndricos de 15 cm de Ø y 20 cm de profundidad), esta actividad se realizó con cuatro semanas de anticipación a la aparición de la segunda época de lluvias en la región. La densidad de plantación (2 x 2 m) elegida, equivale a 2.500 árboles/ha, cantidad utilizada en la mayoría de los trabajos regionales de reforestación. La plantación se realizó en octubre de 1985, excluyendo el área del pastoreo por lo que a partir de esa fecha se observó un desarrollo de la regeneración natural de *P. este-*

vezii. A excepción de la protección del sitio experimental contra los efectos del ramoneo por el ganado, el ensayo no recibió ningún tratamiento silvícola adicional.

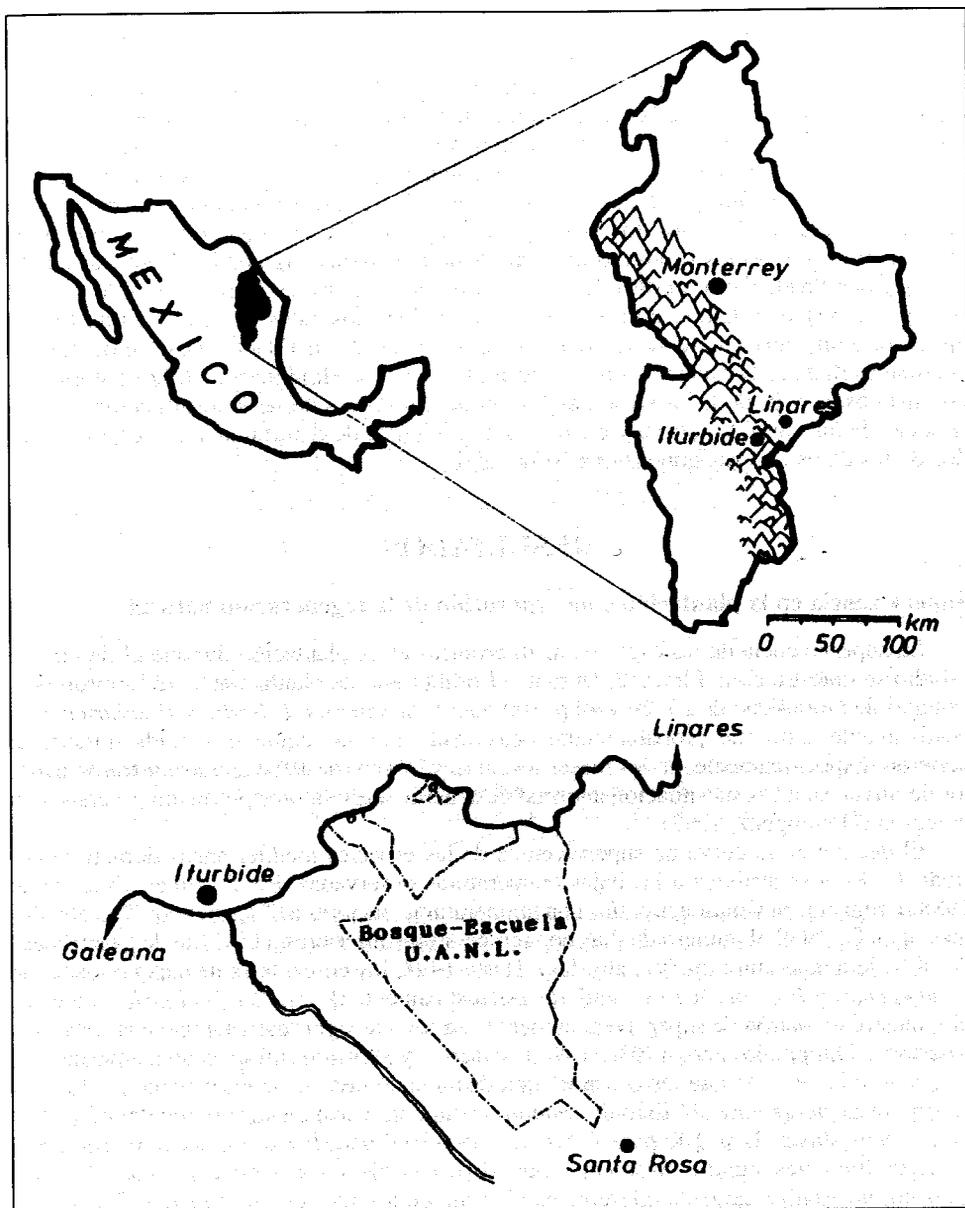


Fig. 1.-Localización del área de estudio
 Location of the study area

Mediciones y análisis estadísticos

Hasta 1989 se registró anualmente la supervivencia y la altura de las especies mediterráneas. Posteriormente en 1992 y 1995 se volvieron a registrar estos parámetros. La densidad de las plántulas de la regeneración natural de *P. estevezii* se observó en octubre de 1995 considerando, en este caso, solamente los árboles presentes en los bloques del ensayo de reforestación con las especies mediterráneas. La edad de la regeneración natural se realizó a través del conteo de los verticilos y su altura se obtuvo por medición directa de los mismos. Los porcentajes de supervivencia para las especies mediterráneas se evaluaron estadísticamente por medio de un análisis de varianza tomando en cuenta como fuentes de variación los años, los bloques y las especies. Para comparar el crecimiento en altura entre las especies se utilizó un análisis de covarianza siguiendo el procedimiento descrito por Steel, Torrie (1980). Considerando que la altura está en función de la edad (Klepac, 1983) se utilizó esta última como covariable. Los datos de edad y altura fueron ajustados a una curva de regresión del tipo de potencia, $Y = \alpha \text{ Edad}^\beta$ y posteriormente las pendientes β_i de cada especie fueron comparadas por procedimientos de t. Los parámetros estadísticos, α y β , de las regresiones fueron determinados de las transformaciones logarítmicas de las variables altura y edad. Los coeficientes de determinación fueron estimados de los datos con sus dimensiones originales.

RESULTADOS

Supervivencia en la plantación e incorporación de la regeneración natural

La supervivencia de las especies mediterráneas en la plantación durante el tiempo de estudio se muestra en la Figura 2. Durante el primer año de plantación se registraron porcentajes de mortalidad de 25, 29 y 40 p. 100 para *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*, respectivamente; esto fue probablemente ocasionado por la sequía observada durante el invierno. Específicamente, en los meses de enero y febrero de 1986 no se registraron eventos de lluvia, siendo esta situación anormal de acuerdo a los valores promedio esperados en la región (Domínguez, 1992).

El declive en la curva de supervivencia de las especies mediterráneas durante el período 1988-89 se atribuye a las bajas temperaturas observadas. En el primer trimestre de 1988 se registraron veinticuatro días con temperaturas menores a 0° C, siendo -7° C el valor más bajo. En 1989 el número de días con temperaturas inferiores a 0° C fue de treinta siendo -4° C la temperatura mínima absoluta. Hasta 1992, los porcentajes de supervivencia de *P. halepensis* y *P. brutia* fueron similares estadísticamente ($P < 0,05$). *P. eldarica*, en cambio, mostró un patrón de supervivencia menor y diferente significativamente a las especies anteriores. Durante los años 1993 y 1994 *P. eldarica* y *P. brutia* sufrieron un ataque de hormigas defoliadoras, lo que les ocasionó una disminución en su supervivencia del 20 y 14 p. 100, respectivamente. Al final del estudio la supervivencia alcanzada fue del 63 p. 100 para *P. halepensis*, 47 p. 100 para *P. brutia* y 28 p. 100 para *P. eldarica*, siendo estos porcentajes diferentes significativamente entre sí ($P < 0,05$). La supervivencia entre los bloques no fue estadísticamente diferente en ninguno de los años de observación ($P < 0,05$).

En la Figura 2 se muestra también, el porcentaje de incorporación de los individuos provenientes de la regeneración natural de *P. estevezii*, en el ensayo de reforestación con *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*. Los ciclos de producción de semillas reportados para *P. estevezii* en

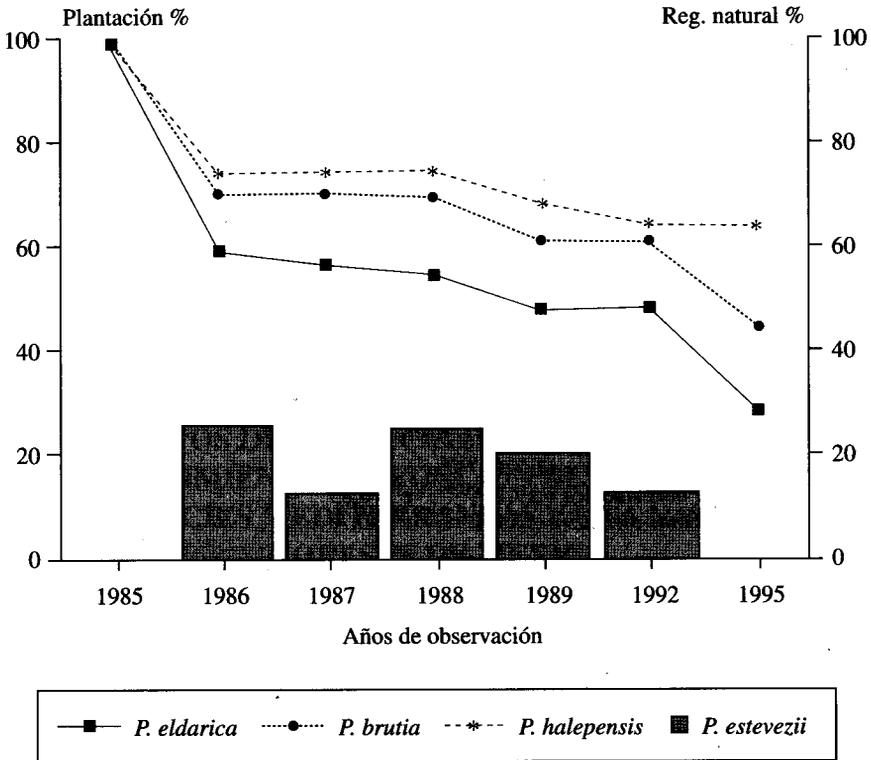


Fig. 2.—Porcentaje de supervivencia de las especies mediterráneas y porcentaje de incorporación de regeneración natural de la especie nativa en el noreste de México
Survival rate of the Mediterranean pine species and the inclusion of the native pine species in northeastern, México

la región, pudieran explicar su patrón de establecimiento mostrado en este ensayo. Ceniceros (1986), indica que esta especie exhibe ciclos de semillación muy irregulares. En este caso, los años 1986, 1988 y 1989 tuvieron una abundante producción de semillas, lo que se reflejó en el porcentaje de incorporación de la regeneración natural, el 27, 26 y 21 p. 100, respectivamente, del total observado hasta 1995. Esta irregularidad en la producción de semillas aunado a la competencia inter e intraespecífica y a los diversos agentes bióticos y abióticos, supone la ausencia de arbolillos menores de tres años de edad. De los 2.390 árboles/ha contabilizados en el sitio (4.464 m²), 215 pertenecen a la regeneración natural de la especie nativa, la que se estableció de manera irregular en el sitio, aprovechando preferentemente, los espacios dejados por la mortalidad de las especies mediterráneas. Lo anterior parece coincidir claramente con la disminución en la curva de la supervivencia entre 1986-89, de las especies plantadas y el reclutamiento del 86,7 p. 100 de los individuos de la regeneración natural durante el mismo período. Los restantes 2.175 árboles/ha, pertenecen a la plantación original de las especies mediterráneas, cuyos porcentajes de supervivencia son mencionados en el párrafo anterior.

Crecimiento en altura

Los modelos de regresión para el crecimiento en altura para las cuatro especies (Fig. 3), muestran exclusivamente las curvas ajustadas para el período de tiempo de observaciones. Las estadísticas de los modelos de potencia reportados, los coeficientes de determinación y errores estándares, indicaron que los datos se ajustaron mejor a las funciones de potencia que a las exponenciales o lineales. Durante los primeros dos años, ninguna de las especies muestra una aceleración mayor en el crecimiento de una manera notoria. Después de cuatro años, la especie nativa *P. estevezii*, junto con *P. halepensis*, muestra una tasa de crecimiento superior al resto de las especies. A partir de los ocho años, *P. estevezii* tiene una tasa de crecimiento mayor que *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*.

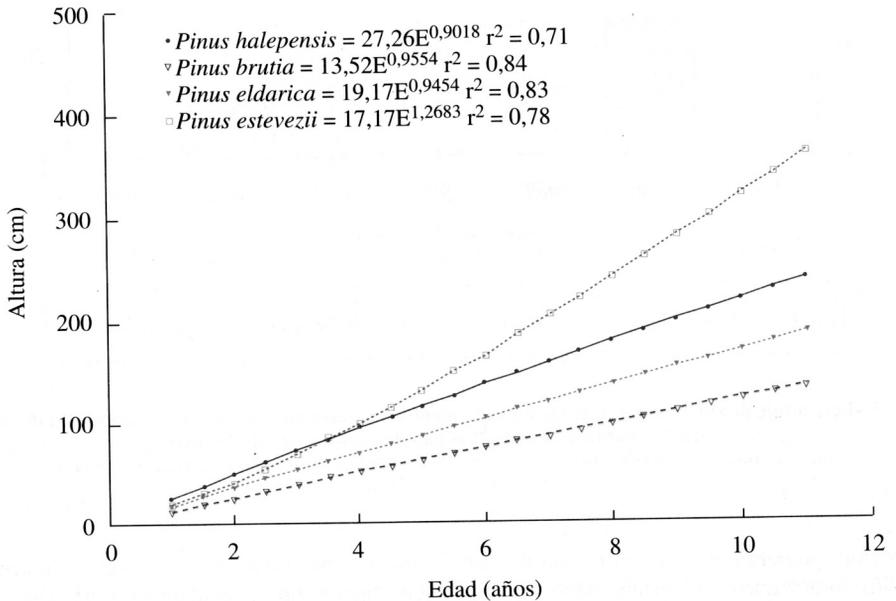


Fig. 3.—Modelos regresivos de potencia para observar los crecimientos promedio en altura de las especies de pino estudiadas

Power regression models to observe height growth of the studied pine species

La especie nativa *P. estevezii* presenta tasas de crecimiento dinámicas en el tiempo. El modelo explica que estas tasas fueron muy bajas (20 cm/año) durante los primeros años, mientras que al final del período de observación, éstas fueron de hasta 50 cm/año. De las especies mediterráneas probadas, sólo *P. halepensis* presenta un crecimiento

variable en el tiempo, siendo de 15 cm durante los primeros años y alcanzando al final del presente estudio un crecimiento de 25 cm/año. *P. eldarica* y *P. brutia*, en cambio, conservan prácticamente la misma tasa de crecimiento (15 cm/año) durante todo el período de observación. De cualquier forma, las tasas de crecimiento de las especies mediterráneas en cuestión, establecidas en este ensayo, fueron menores que la mostrada por *P. estevezii*, sobre todo durante los últimos años. Las *t* observadas y tabuladas se encuentran en la Tabla 1, donde es importante notar la diferencia estadística que muestra exclusivamente la especie nativa respecto a todas las especies introducidas. El crecimiento entre ellas es estadísticamente similar.

TABLA 1

COMPARACION DE PENDIENTES DE LOS MODELOS REGRESIVOS DE POTENCIA ($Y = \alpha E^\beta$) QUE INCLUYEN EL CRECIMIENTO, EN FUNCION DE LA EDAD, PARA TRES ESPECIES MEDITERRANEAS Y UNA NATIVA EN EL NORESTE DE MEXICO

Slope comparisons of the power regression models ($Y = \alpha E^\beta$), which include height growth as a function of age for three Mediterranean, as well as one pine species in northeastern, México

<i>P. halepensis</i> vs. <i>P. brutia</i>	-0,9956	3.291
<i>P. halepensis</i> vs. <i>P. eldarica</i>	-0,7788	3.291
<i>P. halepensis</i> vs. <i>P. estevezii</i>	-5,5415	3.291
<i>P. brutia</i> vs. <i>P. eldarica</i>	0,1828	3.291
<i>P. brutia</i> vs. <i>P. estevezii</i>	-4,9683	3.291
<i>P. eldarica</i> vs. <i>P. estevezii</i>	-4,3988	3.291

El comportamiento del crecimiento en altura difiere de aquel reportado por Domínguez *et al.* (1995), en donde en un ensayo de especies y procedencias con *P. halepensis*, *P. eldarica* y *P. brutia* y *P. estevezii* la altura de las especies mediterráneas fue estadísticamente diferente. A una edad de ocho años, *P. halepensis* alcanzó 2,6 m y la especie nativa alcanzó 2,05 m, las cuales fueron diferentes estadísticamente entre sí, así como comparadas con la altura de las otras dos especies.

Las diferencias parecen ser atribuidas a la exposición, ya que el sitio, donde se estudiaron las procedencias reportadas por Domínguez *et al.* (1995), se encuentra ubicado hacia el sur, mientras que este nuevo sitio se encuentra ubicado hacia el oeste. La especie *P. estevezii* incluye otro factor de variación, además de las diferencias al sitio, denominado forma de establecimiento de regeneración. En este estudio se reporta la regeneración natural, mientras que en el estudio anterior la especie fue establecida artificialmente.

DISCUSION

Supervivencia de las especies en la plantación e incorporación de la regeneración natural

La supervivencia de las especies plantadas es el resultado de la adaptabilidad ecológica de éstas a los factores del sitio y representa, en gran medida, el éxito en todo programa de reforestación, sobre todo en ensayos de introducción de especies. Bajo condiciones áridas y semiáridas de la cuenca del Mediterráneo la capacidad de agua aprovechable en el suelo por la planta es el factor más determinante para el crecimiento y desarrollo de *P. halepensis* y *P. brutia* (Schiller, 1982). Synnott, Marroquín (1987) indican que en el sitio experimental Bosque-Escuela, la capacidad de absorción y retención de agua por el suelo dependen del material geológico del suelo (caliche y lutita) y señalan que los sitios de origen calcáreo son más húmedos. Lo anterior es documentado por Domínguez (1992) quien observó que *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica* alcanzaron mayores porcentajes de supervivencia y mejores rendimientos en sitios compuestos de caliche en una plantación de cinco años en el Bosque-Escuela. La mortalidad de *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica* en el presente trabajo se atribuye a las bajas temperaturas y a las sequías invernales que frecuentemente se presentan en el área. Las mismas causas de mortalidad para *P. halepensis* son señaladas por Flores (1983) en Chihuahua, México, por Fisher *et al.* (1986) en Nuevo México, EUA y por Domínguez (1992), Domínguez *et al.* (1995) en el noreste de México. Los niveles de supervivencia de *P. halepensis* y *P. brutia* alcanzados en este ensayo, después de diez años, se pueden considerar aceptables, considerando que la plantación no recibió irrigación artificial. En este caso, la supervivencia es mayor que la que reporta Weinstein (1988) para las mismas especies en Israel y que la que documenta Spencer (1985) en un ensayo en Australia.

En base a las observaciones realizadas en el presente estudio se especula que las especies introducidas: *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*, juegan un papel de nodricismo hacia la especie *P. estevezii*, favoreciendo su establecimiento durante los primeros estadios de desarrollo. Este proceso puede darse por medio de mejoramiento local del microclima, usos diferenciales espacio-temporales del agua del suelo, etc. De tal manera que se espera un aumento de la regeneración natural de *P. estevezii* hasta llegar a dominar el sitio en densidad. Lo anterior permite pronosticar que el rodal mantendrá una densidad de árboles ha^{-1} normal, de acuerdo con las guías de densidad elaboradas para la región de Iturbide, N.L. por Aguirre (1993).

Crecimiento en altura

El crecimiento en altura de *P. estevezii* fue mayor que el de las especies *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica* en este ensayo y fue la segunda mejor especie a este parámetro en otros estudios realizados anteriormente (Domínguez *et al.*, 1995). La regeneración natural debe, entonces, ser promovida, para una mejor utilización del potencial productivo de los sitios. *P. estevezii*, además de mostrar un mayor crecimiento en altura, también presenta un crecimiento en diámetro y volumen comparable con *P. halepensis* (Domínguez *et al.*, 1995). Por su mejor adaptabilidad, *P. estevezii* no sólo crece mejor cuando es regenerada naturalmente, sino que también es más resistente a plagas, enfermedades y a los cambios climáticos de escalas temporales cortas.

CONCLUSIONES

Después de diez años de observaciones sobre la supervivencia y crecimiento de *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*, establecidas en un ensayo de reforestación y el comportamiento de *P. estevezii*, proveniente de la regeneración natural, es posible establecer las siguientes conclusiones:

La supervivencia y el crecimiento de *P. halepensis* hacen factible su recomendación para la reforestación de áreas degradadas en la Sierra Madre Oriental en el noreste de México.

La supervivencia de *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica* puede ser reducida fuertemente por agentes bióticos y por eventos extremos de temperatura.

En sitios protegidos del fuego y del pastoreo, así como de la acción antropogénica y en donde previamente se establecieron especies pioneras se observó que *P. estevezii*, además de establecerse en forma natural puede incluso alcanzar mejores rendimientos que las plantaciones forestales con *P. halepensis*, *P. brutia* y *P. eldarica*.

Las plantaciones con *P. estevezii*, no son sin embargo recomendables en sitios con perturbaciones ecológicas fuertes ni en pendientes situadas al sur ya que la especie no muestra facultades de colonizar sitios marginales.

La supervivencia de *P. estevezii* parece estar en función de algunos eventos climáticos poco frecuentes y de la competencia intra e interespecífica.

SUMMARY

Initial survival and growth of a forest plantation with *Pinus halepensis* Mill. *Pinus eldarica* Medw. and *Pinus brutia* Ten. compared with seedlings of *Pinus estevezii* (Mart.) Perry established naturally in Northeastern, México

The objectives of this study were: 1) To compare height growth of the naturally regenerated native coniferous species *Pinus estevezii* (Mart.) Perry with the height growth of three Mediterranean pine species (*Pinus halepensis* Mill., *Pinus eldarica* Medw. and *Pinus brutia* Ten.; and 2) to evaluate the survival rate of the Mediterranean pine species planted in a degraded forest stand by poor forest management and overgrazing practices in the eastern Sierra Madre of the State of Nuevo León, México. Comparisons in height growth were conducted by a covariance analysis using the age as a covariate, comparing the slopes of regression models. Age and height for each species fitted better power regression functions and t tests for the slopes indicated that the rate of height growth was higher for the native naturally regenerated pine species. Between the Mediterranean pine species there was no statistical difference in this growth parameter, although *P. halepensis* had a higher growth rate than the rest of these plant species. The survival rate, by 1995, was 63, 47, and 28 p. 100 for *P. halepensis*, *P. brutia*, and *P. eldarica*, respectively. This information showed that it is feasible to reforest degraded forest stands with Mediterranean pine species, which may partially promote natural regeneration of the native pine species *P. estevezii* in Northeastern, México.

KEY WORDS: Height Growth
P. estevezii (Mart.) Perry
P. halepensis Mill.
P. brutia Ten.
P. eldarica Medw.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

AGUIRRE C.O.A., 1993. Elaboración de guías de densidad para *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus teocote* Sch et Cham, para el noreste de México. Facultad de Ciencias Forestales. UANL. Linares, N.L. México.

- DOMINGUEZ A., NAVAR J., JIMENEZ J., AGUIRRE O., 1995. *Pinus halepensis* Mill. una alternativa para la recuperación de terrenos marginales en la Sierra Madre Oriental del Noreste de México. Invest. Agr.: Sist. Recur. For., vol. 4 (1) 33-43.
- DOMINGUEZ P.A., 1992. Anwuchs- und Herkunftsversuche mit *Pinus halepensis*, *Pinus brutia* und *Pinus eldarica*, sowie der mexikanischen Art *Pinus pseudostrobus* in der Sierra Madre oriental im Nordosten Mexikos. Gottinger Beitrage zur Land- und Forstwirtschaft in den Tropen und Subtropen. Heft 72.
- CENICEROS J., 1986. Producción y viabilidad de semillas de *Pinus pseudostrobus*, en rodales naturales de pino-encino en el municipio de Iturbide, N.L. Seminario en la Fac. de Ciencias Forestales/UANL.
- FISHER J.T., NEUMANN R.W., MEXAL J.G., 1986. Performance of *Pinus halepensis-brutia* Group Pines in Southern New Mexico. For. Ecol. Manag. 16: 403-410.
- FLORES C.E., 1973. Experiencias sobre la propagación de *Pinus halepensis* en Chihuahua, parte 1 y 2. Bosques y Fauna. vol. 10 n.ºs 2 y 3. Segunda Epoca SFF-SAG. 27-34; pp. 20-28.
- KLEPAC D., 1983. Crecimiento e incremento de árboles y masas forestals, 2.ª ed. Universidad Autónoma Chapingo, México.
- MÜLLER-USING B., 1991. Eichenwälder im nordöstlichen Mexiko. Schriften aus der Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen u.d. Nds. Forstl. Vers.-Anstalt, Bd. 103, Sauerländer's Verlag.
- NAVAR J., CAVAZOS T., DOMINGUEZ P.A., 1995. Las precipitaciones mensuales con tres probabilidades estimadas por la distribución gamma y su regionalización en el Estado de Nuevo León. En revisión. Boletín Científico de la Facultad de Ciencias Forestales UANL.
- SCHILLER G., 1982. Significance of bedrock as a site factor for Aleppo Pine. For. Ecol. Manag., 4: 213-223.
- STEEL, TORRIE, 1980. Principles and Procedures of Statistics. Second edition, McGraw-Hill. New York.
- SPENCER D.J., 1985. Dry country pines. Provenance evaluation of *Pinus halepensis-Pinus brutia* complex. in the semi-arid region of south-east Australia. Aust. For. Res. n.º 15.
- SYNNOTT T.J., MARROQUIN J.S., 1987. Ecología forestal del terreno de Santa Rosa, Iturbide, N.L. Reportaje Científico, n.º 6 Facultad de Ciencias Forestales UANL, Linares, N.L.
- WOERNER M., 1990. Los suelos del Bosque-Escuela de la UANL en la Sierra Madre Oriental, Iturbide, N.L. Reporte Científico, n.º 20. Facultad de Ciencias Forestales UANL, Linares, N.L.
- WEINSTEIN A., 1989. Geographic variation and phenology of *Pinus halepensis*, *Pinus brutia* and *Pinus eldarica* in Israel. For. Ecol. Manag. 27: 99-108.
- WOLF F., CARREON C., GONZALEZ J., 1986. Zur Situation der Forstbenutzung in nordosten Mexikos. In: Ökologische Grundlagen und Nutzungsmöglichkeiten der Wald- und Wuschvegetation im Nordosten Mexikos. Schr. der Forstl. Fak. d. Univ. Göttingen u.d. Nds. Forstl. Vers.-Anstalt, Bd. 84, Sauerländer's Verlag.