PLANTACIÓN DE *Pinus pseudostrobus* Lindl. A RAÍZ DESNUDA Y EN ENVASE CON DOS SISTEMAS DE PREPARACIÓN DE TERRENO.

Muñoz Flores H. Jesús[1]

RESUMEN

Una alternativa para apoyar los trabajos de repoblación forestal es el empleo de plántulas a raíz desnuda que abarata los costos de producción, transporte y establecimiento de la plantación; por otra parte, la preparación del terreno tradicionalmente no se realiza, por lo que es común que las plantaciones presenten baja sobrevivencia y desarrollo. Para obtener información al respecto, en julio de 1989 se estableció una plantación experimental en terrenos de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán; con el objetivo de evaluar el efecto de la preparación de terreno sobre el desarrollo de plántulas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. propagadas a raíz desnuda y en envase, se analizaron los costos de producción de planta, preparación de terreno y plantación, la sobrevivencia y el crecimiento en diámetro y altura. Se utilizó un diseño factorial con cuatro tratamientos y cuatro repeticiones. Los resultados obtenidos a cinco años de plantación, indican que la sobrevivencia, diámetro y altura por tratamiento respectivamente fue: en envase con chaponeo y cepa común 95%, 5.1 cm y 3.84 m; a raíz desnuda con chaponeo y a pico de pala, 85%, 4.9 cm y 3.85 m; en envase con barbecho y cepa común, 96%, 6.8 cm y 4.71 m y a raíz desnuda con barbecho y a pico de pala 83%, 6.9 cm y 4.78 m. El costo de plantación para el año de 1996 por hectárea barbechada con planta en envase fue de $ 4,284.00 y el de raíz desnuda $ 2,367.00; los costos en terreno con chaponeo y planta en envase fue de $ 4,194.00 y el de raíz desnuda de $ 2,277.00, lo que representa un ahorro del 45% en terreno barbechado y un 46% en terreno con chaponeo a favor de la planta a raíz desnuda en relación a la planta en envase. Se concluye que la preparación del terreno (barbecho) influyó en el crecimiento en diámetro en un 36% y en altura en un 23.5% de las plantas a raíz desnuda y en envase, respecto al terreno con chaponeo y no así en la sobrevivencia. Se obtuvo un abatimiento de costos de producción de hasta un 50% con el empleo de plántulas a raíz desnuda.

Palabras clave: *Pinus pseudostrobus*, preparación del terreno, raíz desnuda, plantaciones forestales, Michoacán, México.

---

[1] Ingeniero Agrónomo Forestal. Investigador del Campo Experimental Uruapan, CIPAC, INIFAP, SAGAR.

ABSTRACT

One alternative to support forest repopulation projects is bare root seedlings utilization because nursery propagation, seedling transportation and establishment costs are less than container system. In Mexico, site preparation is not a common practice, this had lead to poor survival and slow early growth; to obtain information about this concern, a study was initiated in July 1989, the locality was San Juan Nuevo Parangaricutiro, Michoacan forest lands, the goal was to observe seedling (bare-root and container) response to field conditions as modified by two competition control treatments. *Pinus pseudostrobus* Lindl. experimental plantation establishment was an attempt to improve planting operation for both bare-root and container seedlings. Establishment details five years survival and seedlings diameter and height development are: chaponeo-container 95%, 5.1 cm and 3.84 m; chaponeo-bare-root 85%, 4.9 cm and 3.85 m; container-fallow: 96%, 6.8 cm and 4.71 m; bare-root-fallow 83%, 6.9 cm and 4.78 m. Establishment costs per hectare in 1996 were: land fallowed and container was $4,284.00; land fallowed and bare-root seedlings was $2,367.00; chaponeo and container $ 4,194.00 and chaponeo-bare-root was $2,277.00. Conclusions indicate that fallow influence diameter and heigh growth in 36% and 23.5% respectively *versus* chaponeo both container and bare-root seedlings, but there were not effects on survival indicator.

Key words: *Pinus pseudostrobus*, site preparation, bare-root, forest plantations, Michoacan, Mexico.

INTRODUCCIÓN

En Michoacán, se han establecido plantaciones forestales desde 1917; pero solo es en forma consistente a partir de 1960, con la participación de diferentes dependencias oficiales y privadas empleando principalmente especies de los géneros *Pinus, Eucalyptus* y *Cupressus* y con los objetivos de recuperación y protección de áreas con suelos degradados, en terrenos donde se han abandonado los cultivos agrícolas, en zonas de bosques empobrecidos en lugares de esparcimiento cercanos a la poblaciones, así como en cuencas con fines de protección; sin embargo estas plantaciones se han establecido sin una preparación adecuada del terreno, que generalmente no se realiza y el sistema de plantación empleado es el de cepa común, que se ha usado indistintamente, sin tomar en cuenta los aspectos generales del terreno como topografía, pendiente, tipo de suelo, pedregosidad, entre otras; por esta causa el resultado ha sido baja sobrevivencia y mal desarrollo de las plantaciones. Debido a lo

anterior se planteó establecer una plantación con dos sistemas de preparación del terreno, que permita mejorar las condiciónes para el establecimiento y desarrollo subsecuente de los arbolitos.

Por otra parte, la producción de planta en los viveros se realiza con el sistema tradicional en envase, cuyos costos de producción son altos en relación a otros tipos como a raíz desnuda, lo que encarece las actividades de plantación porque requiere mayor cantidad de insumos e implica labores como acarreo de gran cantidad de tierra para el llenado de bolsa, trasplante, deshierbes, además de que se transporta menor cantidad de arbolitos por viaje y es necesaria mayor cantidad de mano de obra especializada para realizar estas labores; por lo anterior, se plantea optimizar o prescindir de alguna de estas labores, utilizando el sistema de producción de planta a raíz desnuda como alternativa a la planta producida en envase, lo que implica una reducción en los costos totales por hectárea reforestada y en los tiempos netos de ejecución.

Por la importancia de lo señalado, para el presente trabajo se plantearon los siguientes objetivos:

- Evaluar el crecimiento de las plantas producidas a raíz desnuda y en envase plantadas con dos sistemas de preparación del terreno.
- Estimar los costos de producción, transporte y establecimiento de plántulas a raíz desnuda y en envase.

REVISIÓN DE LITERATURA

Trabajos en el extranjero

Edwards (1986)[2], evaluó la sobrevivencia, altura y crecimiento en diámetro de *Pinus taeda* por 3 años después de la aplicación de seis tipos de preparación de sitio; los árboles del tratamiento más intensivo que incluyó chaponeo, quema, disqueo, fertilización y tratamiento con herbicidas, fueron alrededor de 45 cm más altos que el testigo y la sobrevivencia fue superior en 8%.

[2] Edwards, M. B. 1986. Three-year performance of planted loblolly pine seedlings on a lower Piedmont site after six site-preparation treatments.

Sloan *et al.* (1987)[3], estudiaron el crecimiento de *Pinus ponderosa* a raíz desnuda y envase, la plantación se estableció en 5 localidades de sureste de Utah y las comparaciones de la sobrevivencia y altura se realizaron a los 5 años. Los resultados mostraron que la sobrevivencia de la planta envasada es de 78-98 % y de 64-91% a raíz desnuda; en sitos difíciles el crecimiento en altura es mayor cuando se emplean arbolitos provenientes de contenedores pero el valor permanece semejante en los mejores sitios.

Boyer (1988)[4], en Georgia, E.U.A., evaluó los efectos de varios niveles de control de competencia sobre el desarrollo de *Pinus palustris* empleando plantas a raíz desnuda y envase. Los resultados obtenidos señalan que después de 5 años de plantación, la sobrevivencia de la planta envasada (76%) fue mayor que la obtenida con plantas a raíz desnuda (51%); la altura de igual forma fue mayor 1.80 m contra 1.42 m. Por otra parte, la eliminación de competencia mejoró el crecimiento promoviendo en planta envasada alturas de 2.15 m en lugares tratados, contra 1.37 m en lugares sin tratar y a raíz desnuda 1.62 m contra 1.25 m.

Oucalt (1988)[5], estudió durante 10 años el efecto de la preparación de sitio en Georgia, E.U.A, encontrando que el desnudar de vegetación al suelo, éste muestra un efectivo valor al relacionar el costo-beneficio para el establecimiento de plantaciones de *Pinus clausa* var. *immuginata*, debido a que es posible reducir los costos sin detrimento de la sobrevivencia o producción de la masa.

Brissette y Barnett (1989)[6], produjeron plántulas en envase y a raíz desnuda de seis familias de medios hermanos y los plantaron en dos localidades de Arkansas, al momento de la plantación los de raíz desnuda tenían mayor altura media y diámetro de collar que los envasados, sin embargo estas últimas tuvieron mayor volumen radicular promedio y un balance más favorable en la relación parte aérea-raíz; después de una estación de crecimiento en el campo, la sobrevivencia de ambos tipos excedió el 94%, en ambas áreas las plántulas de envase crecieron más en las dos localidades y la familia y tipo de producción en vivero interactuaron en sus efectos sobre la altura de los arbolitos.

Mc Kee (1989)[7] asevera que la preparación de terreno es escencial para el establecimiento de plantaciones de *Pinus taeda* en el sureste de E.U.A.; los propósitos

[3] Sloan, J. P.; Lewis H. J. and Russell A. Ryker. 1987. Container-grownponderosa pine seedlings outperform bareroot seedlings on harsh sites in Southern Utah

[4] Boyer, W. D. 1988. Response of planted longleaf pine bareroot and container stock to site preparation and release: five years results.

[5] Oucalt, K. W. 1988. Establishing Choctawhatchee sand pine using strip site preparation. pp. 178-181.

[6] Brissette, J. C. And J. P. Barnett. 1989. Comparing first year growth of bare-root and container plantings of Shortleaf pine half-sib families. pp. 354-361.

[7] McKee, W. H. 1989. Preparing Atlantic coastal plain sites for loblolly pine plantations.

de la preparación de terreno incluyen el control de la vegetación competitiva, mejoramiento del drenaje e incrementar la fertilidad del suelo, la selección del tratamiento adecuado depende fuertemente del tipo de suelo y la cantidad de otras especies principalmente hojosas que han sido aprovechadas en la rotación anterior.

Page-Dumroese *et al.* (1989)[8], indican que la productividad de los suelos forestales puede deteriorarse después del aprovechamiento y preparación del sitio resultando cambios en las propiedades físicas, químicas y biológicas del suelo y donde sobresale el agotamiento del Nitrógeno. Estos mismos autores condujeron un estudio de preparación de terreno para buscar mejorar la sobrevivencia y desarrollo; en dos localidades y con ayuda mecánica, la materia orgánica y el suelo mineral se elevaron en pequeños montículos a manera de camas de crecimiento y los resultados fueron comparados con suelos desnudos, los resultados señalan que el N y P totales y las concentraciones intercambiables de cationes son mejoradas con la formación de montículos, sin embargo la diferencia no fue significativa al nivel de 5 % de confiabilidad, en cuanto a la respuesta de las plántulas a los tratamientos fue mínima y en los dos sitios el N total fue mayor en los montículos y en suelo sin disturbio que en suelos escalpados.

Edwards (1990)[9] en Georgia, U.S.A. ensayó seis intensidades de preparación de sitio variando desde un testigo, subsoleo, quema, fertilización y aplicación de herbicida; la sobrevivencia, y crecimiento en altura y diámetro de *Pinus taeda* fue evaluada durante cinco años después de la plantación, todos los tratamientos mecánicos mostraron buena sobrevivencia, el crecimiento en volumen fue mayor 5 veces respecto al testigo y se obtuvieron beneficios adicionales sobre el control de malezas.

Ratliff y Denton (1991)[10], indican que la preparación de áreas para la plantación de coníferas reduce la competencia pero crea condiciones de campo pobres; en Modoc National Forest, California, E.U.A., practicaron la preparación de sitio en 1988 y en 1989 establecieron plantaciones de *Pinus ponderosa*; de las observaciones realizadas en 5 plantaciones, los arbolitos sobrevivientes cubrían solamente el 2.5 % del suelo, los arbustos 1.4 % y los pastos perennes, anuales, hierbas anuales y perennes cubrieron solamente cerca de 0.5 % cada una; el área sin plantar mostró 53 % de suelo desnudo, 34 % de materia orgánica, las rocas y madera alrededor de 3.5 %. La capa de suelo de las áreas con plantación fueron: densidad 1.5 g/cm3, materia orgánica 11.7 %, agua en el suelo 8.1 % y absorción de agua 0.98 min/cm.

[8] Page-Dumroese, D. S.; M. F. Jurgensen; R. T. Graham and A. E. Harvy. 1989. Soil Chemical propieties of raised planting beds in a Northern Idaho forest.

[9] Edwards, M. B. 1990. Five years response of Piedmont loblolly pine to six site preparation treatments. pp. 3-6.

[10] Ratliff, R. D. And R. G. Denton. 1991. Site preparation + 1 year: effect on plant cover and soil properties.

Scarfe *et al.* (1992)[11], mencionan que en algunas localidades del sur de E.U.A., los costos de preparación de terreno son prohibitivos y ofrece la alternativa de muy bajo costo al emplear cabras para eliminar efectivamente la competencia a las plantaciones forestales que pueden alcanzar ramas de hasta 1.20 m sobre el nivel del suelo y controlar también la vegetación más alta al desnudar el tronco quitando la corteza de los mismos aunque sólo consumen vegetación verde; para mejores resultados, las cabras pueden emplearse dentro de los dos primeros años después de la corta de limpia, que es cuando el total de la vegetación está a su alcance; los beneficios adicionales es que no se afecta la superficie del suelo y el albedrío del agua.

Busby *et al.* (1993)[12], reportan los resultados de la comparación de la preparación de terreno (que incluyó la preparación con herbicidas y quema) y la eliminación de malezas con herbicidas a los dos años de plantación; del estudio se concluye que ambas estrategias son favorables económicamente para las condiciones de Piedmont, Georgia y que sin embargo el retorno económico de la inversión parece ser mayor con la preparación de sitio además de que se ofrecen otras opciones como más rangos de eficacia, opciones de otras aplicaciones químicas y mayor control posible sobre las malezas, pero las ventajas que ofrece el tratamiento alternativo con la aplicación de herbicidas pueden ser el bajo costo de tratamiento, la inversión diferida o retrasada y la prescripción más precisa.

Barnett y McGilvray (1993)[13], evaluaron el crecimiento de *Pinus taeda* provenientes de un mismo lote de semillas, las plantas fueron de dos tipos envasada y a raíz desnuda; al momento de la plantación, el tamaño y calidad de la planta en envase fue igual o mejor que el material a raíz desnuda; los dos primeros años las condiciones fueron ideales y el rendimiento fue igual en ambos tipos, pero cuando las condiciones fueron estresantes las plantas envasadas sobrevivieron y crecieron mejor que las de raíz desnuda.

Trabajos en México

Por lo que respecta a trabajos realizados en Michoacán, no se reportan experiencias relacionadas con este tema y en México son pocos los trabajos publicados sobre el sistema de propagación y establecimiento de plantaciones a raíz desnuda.

[11] Scarfe, A. D.; P. R. Mount; R. L. Busby; S. G. Solaiman; R. O. Ankumah; R. M. Beaty; K. W. Jonhson and G. Fagan. 1992. A low cost alternative for cutover forest site preparation: using goats. pp. 417-424.

[12] Busby, R. L.; J. H. Miller and M. B. Edwards. 1993. Release or site preparation, wich is the wiser investment. pp 178-182.

[13] Barnett, J. P. and J. M. McGilvray. 1993. Performance of container and bareroot Loblolly pine seedlings on bottomlands in South Carolina. pp 81.83.

Nuñez de León (1971)[14], llevó a cabo un trabajo de raíz desnuda en terrenos localizados dentro del área de influencia de la Unidad Industrial de Explotación Forestal Loreto y Peña pobre, S.A., habiendo utilizado 82 % de planta a raíz desnuda y 18 % de planta en envase de polietileno. La planta a raíz desnuda se transportó del vivero al sitio de plantación en paquetes de 100 cada uno, cuyas raíces fueron protegidas por una capa de lodo suave, envolviéndolas posteriormente en cartón asfaltado, almacenando luego los paquetes en cámaras frías a temperatura entre 0 y 3° C, durante 6 días, obteniéndose así sobrevivencia del orden de 60 a 70 %.

Hernández (1974)[15], realizó un estudio con la finalidad de observar la supervivencia e incremento en altura de las especies *Pinus montezumae* y *P. pseudostrobus* en tres tipos de preparación del terreno: cepa común, subsoleo total y terrazas de absorción en San Marcos Huixtoco, Estado de México. Se concluye que existen diferencias significativas en la supervivencia de los tratamientos de preparación del terreno, siendo el de terrazas el que ofrece mejores resultados y que este tratamiento favorece al crecimiento en altura de las plantas de *P. pseudostrobus*, al igual que el subsoleo a *P. montezumae*. La elección de cualquiera de estos dos métodos deberá basarse en un estudio que involucre fundamentalmente los aspectos económicos y social.

Musálem *et al.* (1975)[16] realizaron un estudio sobre la influencia de la preparación del suelo en la supervivencia y crecimiento inicial de *Pinus radiata* a raíz desnuda, con cuatro métodos de preparación del suelo: subsolado, subsolado y un paso de rastra, cepa común 40x40x40 cm y palada. Se usó un tractor Caterpillar D4C de oruga con barra porta herramienta original, arrastrando un arado de subsuelo de 30 pulgadas; el espaciamiento entre plantas fue de 2 X 2 m. Los resultados indican que a dos años de establecida la plantación, los métodos de subsolado y rastra, y cepa común no presentaron diferencias significativas entre la supervivencia y la altura, siendo definitivamente superiores al método de palada. El método más costoso fue el de cepa común, seguido por subsolado y rastra y subsolado, y el más barato el de palada.

Carrillo y Musálem (1986)[17], realizaron en 1983 un trabajo en el Campo Experimental Forestal San Juan Tetla y consistió en probar tres tratamientos al suelo (quema, remoción y testigo) y cinco edades de planta (3, 6, 12, 24 y 36 meses). La preparación del terreno en el caso de la quema se realizó con un lanzallamas, la remoción del suelo se realizó manualmente, con palas rectas, a una profundidad de aproximadamente 30 cm; no se reportó efecto significativo de los tratamientos al suelo de quema y remoción en la supervivencia de las plantas, sin embargo fue mayor en las de mayor edad donde el factor más determinante en la supervivencia fue la edad.

[14] Núñez de León, J. 1971. Evaluación de una plantación..
[15] Hernández, H. C. 1974. Comparación de tres métodos de preparación al terreno con fines forestales.
[16] Musálem, M. A.; J. M. Solís y H. Ramírez. 1975. Influencia de la preparación de suelo en la supervivencia y crecimiento inicial de *Pinus radiata* D. Don. A raíz desnuda. pp. 18-24.
[17] Carrillo, F. y M. A. Musálem. 1986. Influencia de tratamientos al suelo y edad de planta en la regeneración artificial de *Pinus montezumae* Lamb.

MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción del área de estudio

Localización. La plantación experimental se encuentra en terrenos de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich. En el paraje conocido como "El Cerezo " del Cerro de Pario, las coordenadas 19º 28' 15" de latitud Norte y 102º 10' 30" de longitud Oeste; el terreno se encuentra a 2 530 msnm. (Figura N° 1).

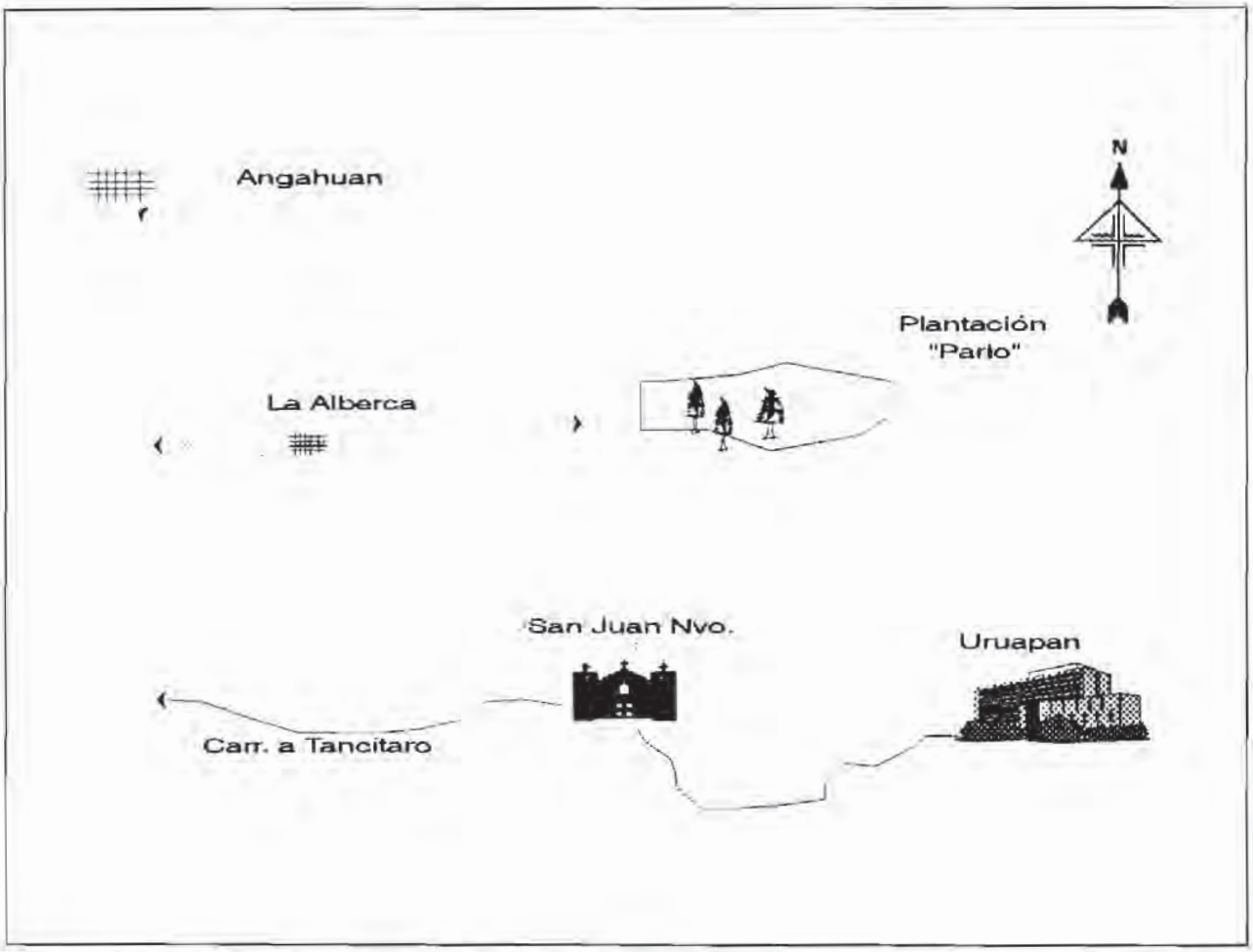

Figura N° 1. Localización del área de estudio en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Suelo. El terreno cuenta con 9,800 m^2 totales y con una superficie experimental de 6,400 m^2, presenta una exposición este, con una pendiente promedio de 12%, la unidad de suelo corresponde al denominado Andosol húmico (regionalmente conocido como "Topuri") cuya textura es franco-arenoso, profundos con buen estado de conservación de color café y pH ácido característico de los suelos forestales.

Clima. Con base al sistema de clasificación climática de Köppen modificado por García (1963)[18], y a las observaciones realizadas en la estación climatológica "Cupatitzio" durante el período 1978-1993, el clima corresponde al tipo C (m) (w) b i g que corresponde al templado con lluvias en verano; la precipitación media anual es de 1,600 mm, la evaporación es de 1,283 mm y la evapotranspiración potencial registra 1,026 mm, la temporada de lluvias abarca del 23 de mayo al 15 de noviembre aproximadamente; el régimen térmico anual tiene una temperatura máxima promedio de 23.8° C y una mínima de 9.2° C las unidades calor (umbrales entre 10 y 30° C), alcanzan las 210.8 UC en promedio observándose que de abril a octubre se presentan valores entre 217 y 273.4 UC y de noviembre a marzo el índice es menor a 200 UC con un mínimo de 144.7 en enero; la frecuencia de heladas es de 20 a 40 por año y granizadas de 2 a 4.

Producción de planta

Los arbolitos empleados para el establecimiento de la plantación se propagaron en el vivero "El aserradero" de la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan, habiéndose utilizado semilla recolectada de los rodales semilleros localizados en bosques aledaños propiedad la misma comunidad, los tipos de planta fueron a raíz desnuda y en envase.

Planta a raíz desnuda. Para la planta a raíz desnuda, se elaboraron camas de crecimiento de 1.20 m. de ancho x 8.0 m. de largo y 0.20 m. de alto. El substrato empleado para su formación fue una mezcla de 60% de tierra de monte y 40% de arena. Durante los seis meses que duró la planta en el vivero se realizaron dos podas de raíz; para el transporte de la planta del vivero al terreno de plantación se utilizaron cubetas de plástico con capacidad aproximada de 150 plantas y se preparó una mezcla de lodo para cubrir las raíces con la finalidad de protegerlas del sol, viento o algún otro factor que pudiera provocar su desecación.

Planta en envase. La planta empleada en el estudio se produjo en bolsas de polietileno negro de 10 x 25 cm y el substrato utilizado para el llenado fue idéntico al empleado para la formación de camas de crecimiento de raíz desnuda, la planta se transportó al

[18] García, E. 1973. Modificación al Sistema de Clasificación Climática de Köppen (adaptado a las condiciones de la República Mexicana).

terreno de plantación en cajas de madera con capacidad de 48 plantas con la finalidad de darles un mejor manejo y evitar daños.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño factorial, con cuatro repeticiones, cada unidad experimental fue constituida por 100 plantas (Figura N° 2), donde la parcela grande está representada por el sistema de preparación del terreno (terreno con chaponeo o barbechado) y la parcela chica por los tipos de planta (en envase y a raíz desnuda).

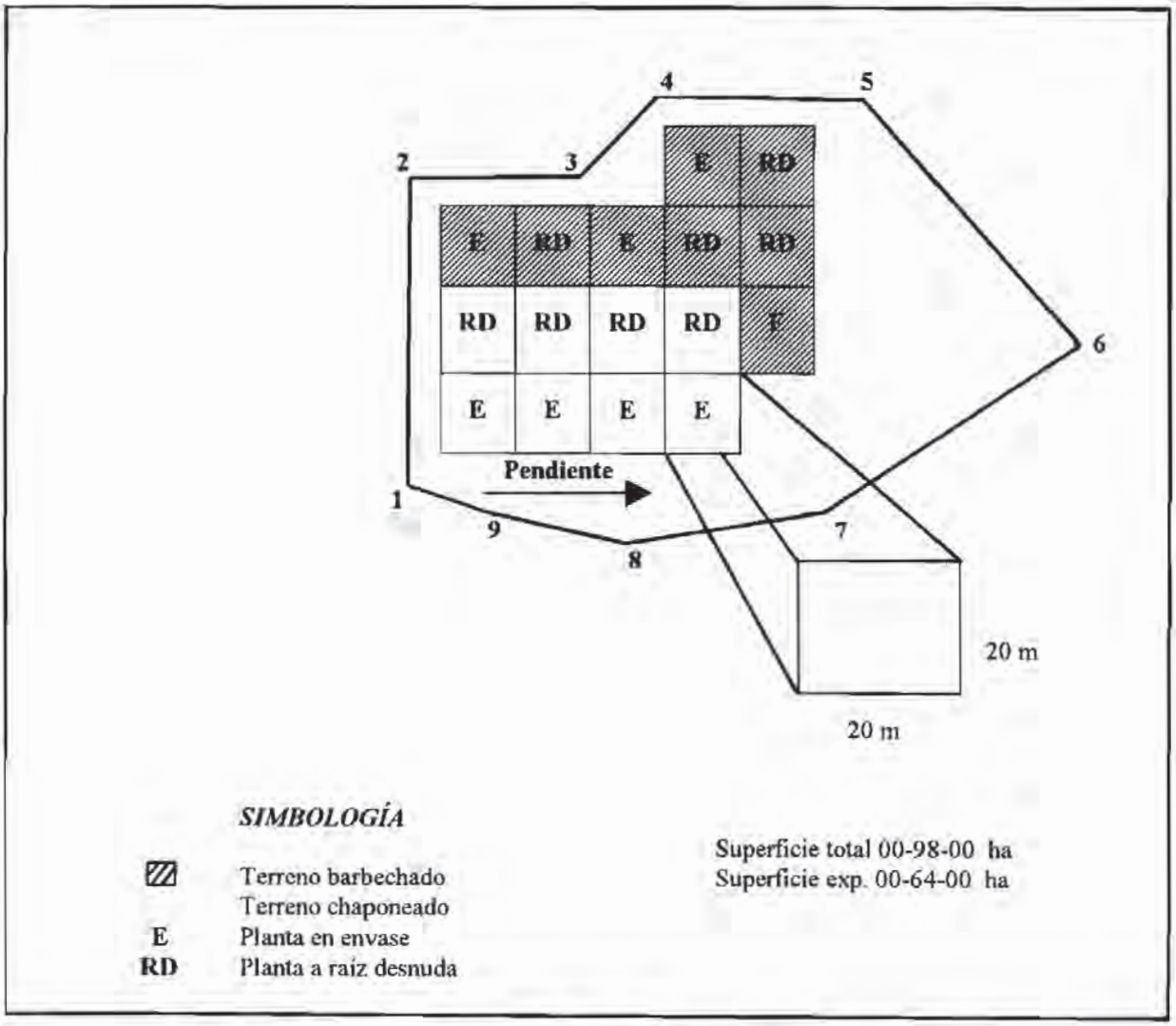

Figura N° 2. Plano y diseño experimental de la plantación de *Pinus pseudostrobus* en la Comunidad de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Toma de datos de campo

Toma de datos de campo

La primera toma de datos se realizó a los cuatro meses de establecida la plantación, posteriormente a los 12, 18, 24, 31, 48 y 60 meses se midieron las alturas de las plantas con estadal, y se determinó el número de plantas vivas (sobrevivencia). Al quinto año se midió el diámetro a 1.30 m sobre el nivel del suelo (DAP) con cinta diamétrica.

Variables evaluadas

Cuantitativas. Se consideró la sobrevivencia y la altura total de la árboles para el periodo de cinco años; el último año, adicionalmente se evaluó el diámetro.

Cualitativas. Las características tomadas en cuenta son: el estado fitosanitario, el vigor de la plantación y la conformación del fuste; estas determinaciones se realizaron solamente en la evaluación final a 5 años de plantación.

Análisis estadístico de los datos

Con los resultados de las mediciónes obtenidas para las variables sobrevivencia, altura y diámetro, se procedió a realizar el análisis de varianza para un diseño factorial; al obtener diferencias significativas se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey a una confiabilidad del 99%. Para la variable sobrevivencia los valores primeramente se transformaron a arco-seno para proceder a su análisis. Para las variables cualitativas se realizó una discusión de las mismas con base a porcentajes.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Variable sobrevivencia

A cinco años de la plantación, la sobrevivencia fue del 90% lo que da consistencia a la información obtenida con todas las variables evaluadas; respecto a la planta en envase establecida en terreno con chaponeo, ésta logró una sobrevivencia del 95 %; mientras la planta a raíz desnuda en condiciónes similares logró un 85 %; en terreno barbechado el índice fue de 96 % para la planta en envase y 83 % para la planta a raíz desnuda (Cuadro N° 1).

	SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO			
	TERRENO CON CHAPONEO		TERRENO CON BARBECHO	
PARCELA	PLANTA EN ENVASE	PLANTA A RAÍZ DESNUDA	PLANTA EN ENVASE	PLANTA A RAÍZ DESNUDA
1	100	83	96	91
2	90	89	96	88
3	96	85	98	65
4	94	83	93	87
MEDIA	95 %	85 %	96 %	83 %

Cuadro N° 1. Sobrevivencia a 5 años de plantación, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Para el análisis estadístico, los valores porcentuales de esta variable se convirtieron a arcoseno, según sugerencia de Little y Hills (1983)[19], porque los conteos expresados en porcentaje requieren transformación de angular a arcoseno ya que por regla general tales datos tienen una distribución binomial en lugar de una normal y una de sus características es que las varianzas se hallan relacionadas con las medias, tendiendo estas a ser más pequeñas en los extremos de los valores (cercanos a cero y a 100 %) pero mayores en el medio (alrededor de 50%).

El análisis de varianza no reportó diferencias significativas relacionadas con la preparación del terreno (factor A); ni con respecto al factor B (sistemas de producción de planta); la interacción entre estos dos factores fue no significativa. El coeficiente de variación fue del 4.5851% lo que significa que es aceptable por la poca variabilidad de los datos obtenidos en campo (Cuadro N° 2).

19

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN
Repeticiones	3	0.005647	0.001882	0.9213	
Factor A	1	0.001450	0.001450	0.7095	NS
Factor B	1	0.002686	0.002686	1.3145	NS
Interacción	1	0.001099	0.001099	0.5378	NS
Error	9	0.018387	0.002043		
Total	15	0.029267			

G.L. = grados de libertad S.C. = suma de cuadrados C.M. = cuadrado medio F = SIGN = significancia NS = No significativo. C.V. = 4.5851%

Cuadro N° 2. Análisis de varianza para la sobrevivencia a 5 años de plantación, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutero, Michoacán.

Durante las primeras evaluaciones (a los 4 y 12 meses) se observó que la reducción de arbolitos en la plantación fueron causados en un 7 % por tuzas y un 3 % por otros factores no identificados, la mortandad promedio durante el primer año fue del 10 %.

Los daños ocasionados por las tuzas fue mayor en las unidades experimentales con planta a raíz desnuda por lo que la diferencia entre los valores de la sobrevivencia en relación a la planta en envase debe atribuirse mayormente a esta causa y no por efecto de los tratamientos.

En la Figura N° 3 se muestra la sobrevivencia, estos resultados difieren con autores como Boyer (*op.cit.*) que en Georgia, E.U.A., realizó un trabajo con *Pinus palustris* donde la sobrevivencia a 5 años para la planta en envase fue del 76 % contra 51 % de raíz desnuda. Sin embargo, se concuerda con Lennartz y McMinn (1973)[20], quienes en el sur de Florida probaron cinco tratamientos al suelo con *Pinus elliotti*, indicando que después de 10 años de establecido el estudio, en ninguna de las formas de preparación de terreno se tuvo efecto significativo en la sobrevivencia de la especie estudiada.

Variable altura

La planta a raíz desnuda en los dos sistemas de preparación del terreno contaba inicialmente con una altura menor (12 cm) respecto a la envasada (21 cm) pero se comportó de menos a más, igualando y superando a la planta en envase al quinto año de plantación, se considera que esto posiblemente obedeció a que la planta a raíz

[20] Lennartz, M. R. and J. W. McMinn. 1973. Growth of two varities of slash pine on prepared sites in South Florida: 10 years results.

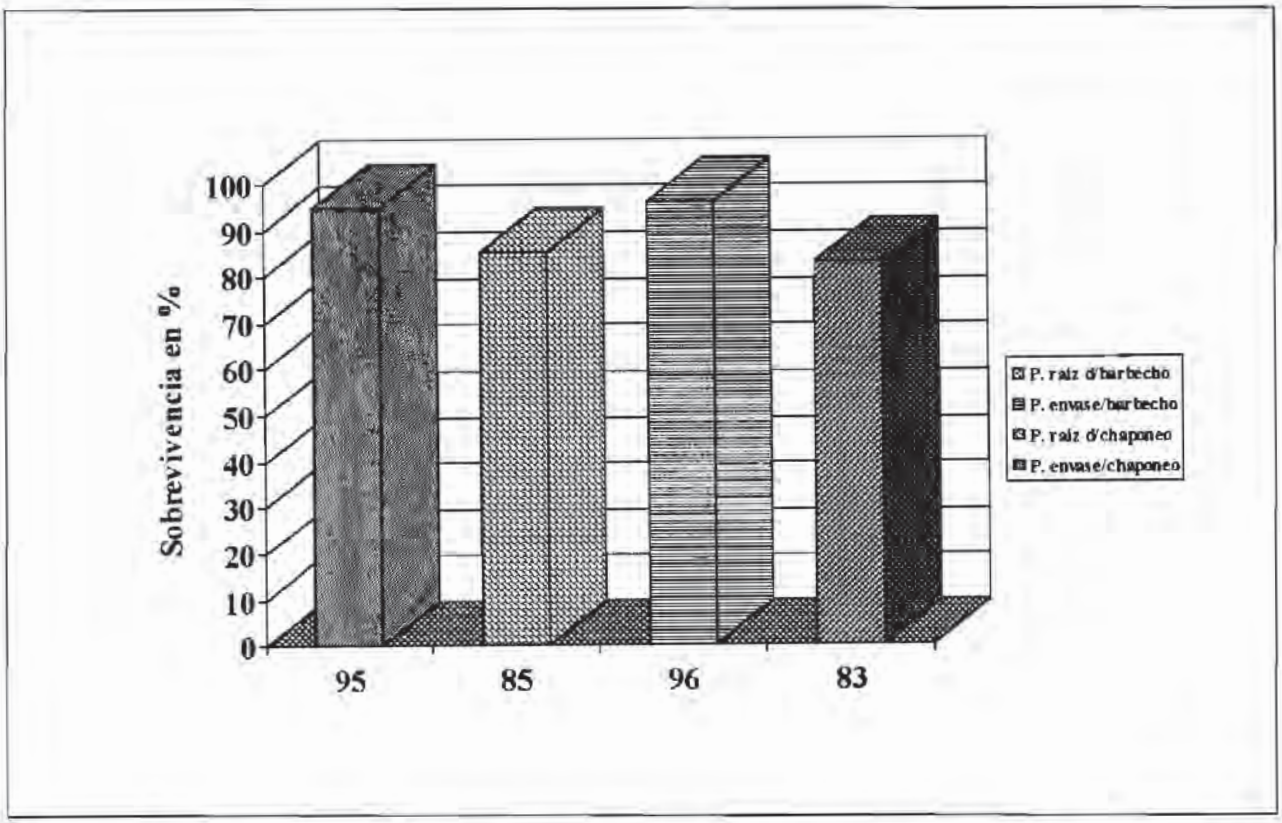

Figura N° 3. Sobrevivencia de la plantación de *Pinus pseudostrobus* a 5 años de edad, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

	SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO			
	TERRENO CON CHAPONEO		TERRENO CON BARBECHO	
PARCELA	**Planta en envase**	**Planta a raíz desnuda**	**Planta en envase**	**Planta a raíz desnuda**
1	3.34	2.95	4.77	4.50
2	4.44	3.72	3.91	4.91
3	4.28	4.37	5.21	5.01
4	3.28	4.37	4.95	4.70
MEDIA	3.84 m	3.85 m	4.71 m	4.78 m

Cuadro N° 3. Datos promedio de las alturas a 5 años de plantación, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Variable altura

La planta a raíz desnuda en los dos sistemas de preparación del terreno contaba inicialmente con una altura menor (12 cm) respecto a la envasada (21 cm) pero se comportó de menos a más, igualando y superando a la planta en envase al quinto año de plantación, se considera que esto posiblemente obedeció a que la planta a raíz desnuda contaba con mayor volumen radicular por efecto de las dos podas efectuadas. En el Cuadro N° 3 se presenta los datos promedio para la variable altura por parcela, resultantes de la evaluación final.

Con la altura promedio del quinto año, se procedió a realizar el análisis de varianza, donde los resultados mostraron diferencias significativas para el factor A (Sistemas de preparación del terreno), no ocurriendo así para el factor B (Sistemas de producción de planta), ni en la interacción entre estos dos factores (Cuadro N° 4).

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN
Repeticiones	3	1.383759	0.461253	1.8811	
Factor A	1	3.249084	3.249084	13.2506	**
Factor B	1	0.007721	0.007721	0.0315	NS
Interacción	1	0.002686	0.002686	0.0110	NS
Error	9	2.206818	0.245202		
Total	15	6.850067			

**Significativo al nivel de 0.01 NS = No significativo C.V. = 4.5851%

Cuadro N° 4. Análisis de varianza para las alturas a 5 años de plantación, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Para conocer el grado de diferenciación entre tratamientos, se empleó la prueba de comparación de medias honesta de Tukey (Cuadro N° 5) al 99 %. Para el factor A (Sistemas de preparación del terreno) se puede apreciar que la mayor altura se presentó en terreno con barbecho, los arbolitos alcanzaron una altura media de 4.74 m contra 3.84 m en promedio en el terreno con chaponeo, lo que corresponde a una diferencia en altura de 0.90 m a favor del terreno barbechado.

FACTOR A	MEDIA
1 (Barbecho)	4.74 a
2 (Chaponeo)	3.84 b

Cuadro N° 5. Tabla de medias del factor A (Sistemas de preparación del terreno)

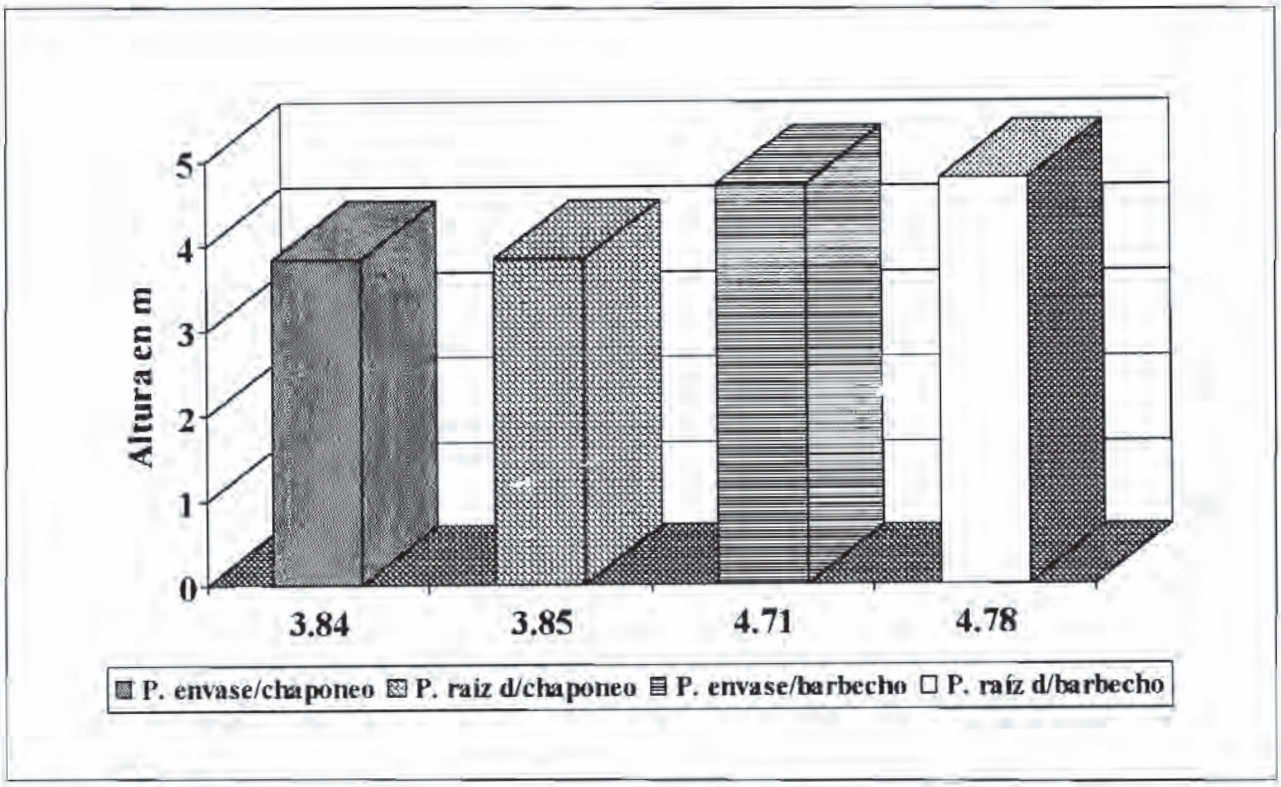

Figura N° 4. Altura promedio de la plantación de *Pinus pseudostrobus* a la edad de 5 años, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Como se puede apreciar en la Figura N° 4, la preparación del terreno con barbecho influyó en el desarrollo en altura de las plantas, tanto a raíz desnuda como en envase. Estos resultados coinciden con Boyer (*op. cit.*), donde se observó que la preparación del terreno tiene influencia en el desarrollo en altura para plantaciones de *Pinus palustris*.

Respecto al factor B (sistemas de producción de planta a raíz desnuda y en envase) como se mostró en el análisis de varianza no se encontraron diferencias significativas, debido a que la planta en envase alcanzó una altura media de 4.27 m contra 4.31 m de la planta a raíz desnuda (Cuadro N° 6).

Con relación a la interacción entre estos dos factores (sistemas de preparación del terreno x tipo de planta) la comparación de medias no mostró diferencias (Cuadro N°6). La interacción envase con barbecho y chaponeo presentó una media de 4.27 m contra la interacción raíz desnuda con chaponeo y barbecho la altura media fue de 4.31 m.

FACTOR A	FACTOR B		MEDIA
	1 (Envase)	2 (Raíz desnuda)	
1 (Chaponeo)	3.83	3.85	3.84
2 (Barbecho)	4.71	4.78	4.74
MEDIA	4.27	4.31	4.29

Cuadro N° 6. Tabla de medias de tratamiento AB.

Variable diámetro

En los resultados de las mediciones en diámetro obtenidos a los cinco años de establecida la plantación, se observa que los arbolitos en envase y en terreno con chaponeo presentaron un diámetro normal (DAP) promedio de 5.1 cm, la planta a raíz desnuda logró 4.9 cm, mientras que en terreno barbechado la planta en envase alcanzó un diámetro de 6.8 cm y 6.9 cm para la de raíz desnuda (Cuadro N° 7).

	SISTEMAS DE PREPARACIÓN DEL TERRENO			
	TERRENO CON CHAPONEO		TERRENO CON BARBECHO	
PARCELA	PLANTA EN ENVASE	PLANTA A RAÍZ DESNUDA	PLANTA EN ENVASE	PLANTA A RAÍZ DESNUDA
1	4.3	3.1	6.7	6.7
2	6.2	4.8	6.3	7.4
3	5.8	5.7	7.4	7.2
4	4.2	6.0	6.7	6.1
MEDIA	5.1 cm	4.9 cm	6.8 cm	6.9 cm

Cuadro N° 7. Datos promedio en diámetro a 5 años de plantación en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Con respecto al análisis de varianza, los resultados indican diferencias significativas para el factor A (Sistemas de preparación del terreno), no así para el factor B (Sistemas de producción de planta), ni en la interacción entre estos dos factores (Cuadro N° 8). El coeficiente de variación se considera aceptable por su valor de 13.6559%, que demuestra la homogeneidad de la muestra.

FUENTES DE VARIACIÓN	G.L.	S.C.	C.M.	F	SIGN
Repeticiones	3	3.87427	1.291809	1.9477	
Factor A	1	13.358948	13.358948	20.1415	**
Factor B	1	0.012024	0.012024	0.0181	NS
Interacción	1	0.052979	0.052979	0.0799	NS
Error	9	5.969299	0.663255		
Total	15	23.268677			

G.L. = grados de libertad S.C. = suma de cuadrados C.M. = cuadrado medio F = SIGN = significancia ** Significativo al nivel de 0.01 NS = No significativo C.V. = 13.6559 %

Cuadro N° 8. Análisis de varianza para los diámetros a 5 años de plantación la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Respecto a la prueba de comparación de medias de Tukey del factor A (Cuadro N° 9) los resultados muestran que los valores obtenidos en terreno con barbecho son significativamente superiores a los logrados en terreno con chaponeo.

FACTOR A	MEDIA
1 (Barbecho)	6.8 a
2 (Chaponeo)	5.0 b

Cuadro 9. Tabla de medias del factor a (sistemas de preparación del terreno).

Como se muestra en el Cuadro N° 9, el mejor sistema de preparación es con terreno barbechado. Estos resultados muestran la bondad de este sistema de preparación del terreno porque al igual que en la variable altura los mejores resultados se obtienen cuando las plantas se establecen en estas condiciónes.

En relación al factor B, el análisis de varianza no señaló diferencias significativas, la planta en envase presenta un diámetro medio de 5.9 cm valor igual al obtenido para la planta a raíz desnuda. La interacción no mostró diferencia entre estos dos factores para la variable diámetro como se muestra en la tabla de medias entre estos dos factores (Cuadro N° 10).

	FACTOR B		
FACTOR A	1	2	MEDIA
1 (Chaponeo)	5.1	4.9	5.0
2 (Barbecho)	6.8	6.9	6.8
MEDIA	5.9	5.9	5.9

Cuadro 10. Tabla de medias de tratamientos AB.

En la Figura N° 5 se muestra la gráfica de los diámetros promedio obtenidos en los diversos tratamientos de que constó el estudio.

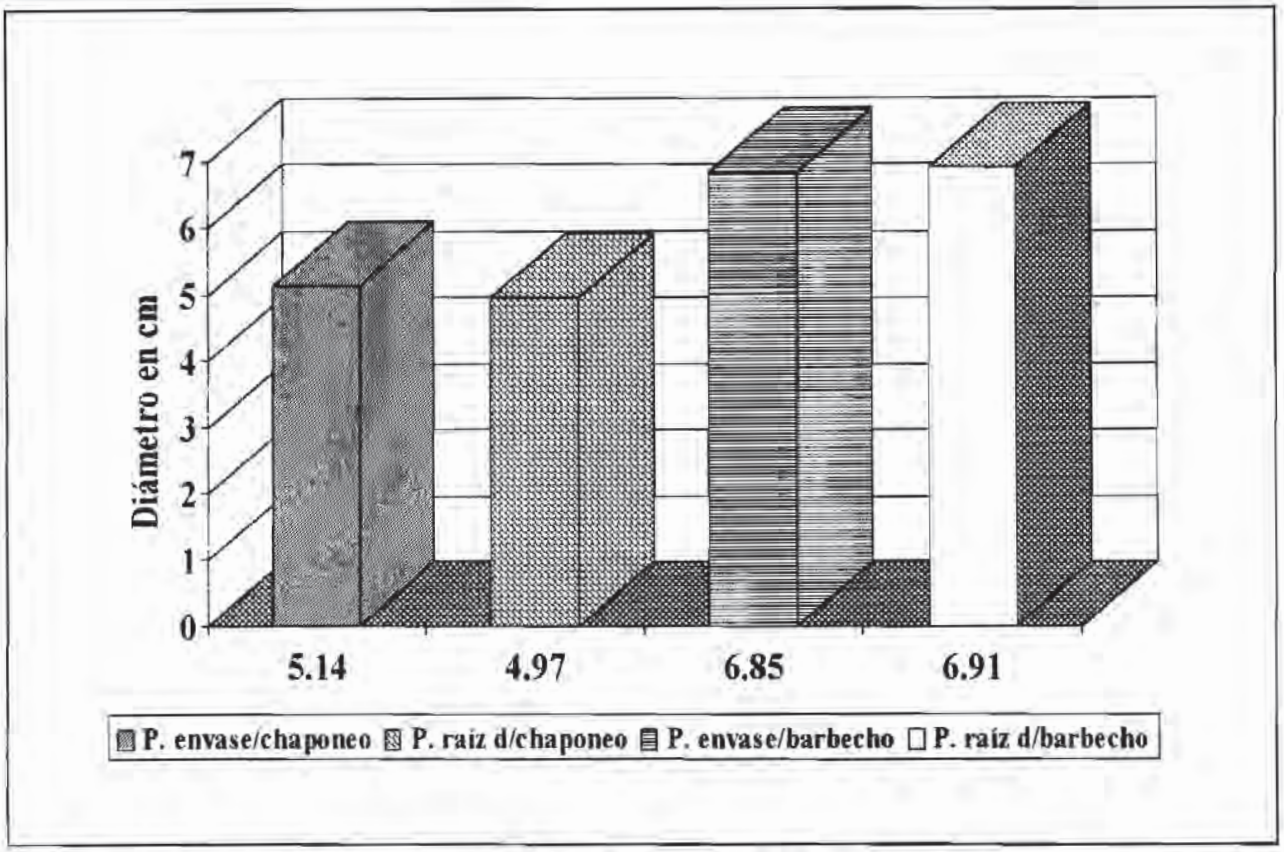

Figura N° 5. Diámetro promedio de la plantación de *Pinus pseudostrobus* a la edad de 5 años, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Estado fitosanitario

El estado general que presenta la plantación, es sano en un 96.6 %, un 2 % está afectado por escoba de bruja y un 1.4 % por roya (*Cronartium* sp.); ambos se detectaron desde los primeros meses de establecidos los arbolitos, y se supone que estas venían infestadas desde el vivero y muy probablemente lo portaba la semilla. (Figura N° 6).

Conformación de fustes

La plantación presentó un 96.75 % de fustes rectos, un 2.0 % curvos, 0.80 % bifurcados, 0.30 % inclinado y 0.15 % de fustes torcidos, en este caso probablemente aun no se manifiestan algunas de estas características por la corta edad de la plantación y aún no existe la máxima expresión de la competencia (Figura N° 7).

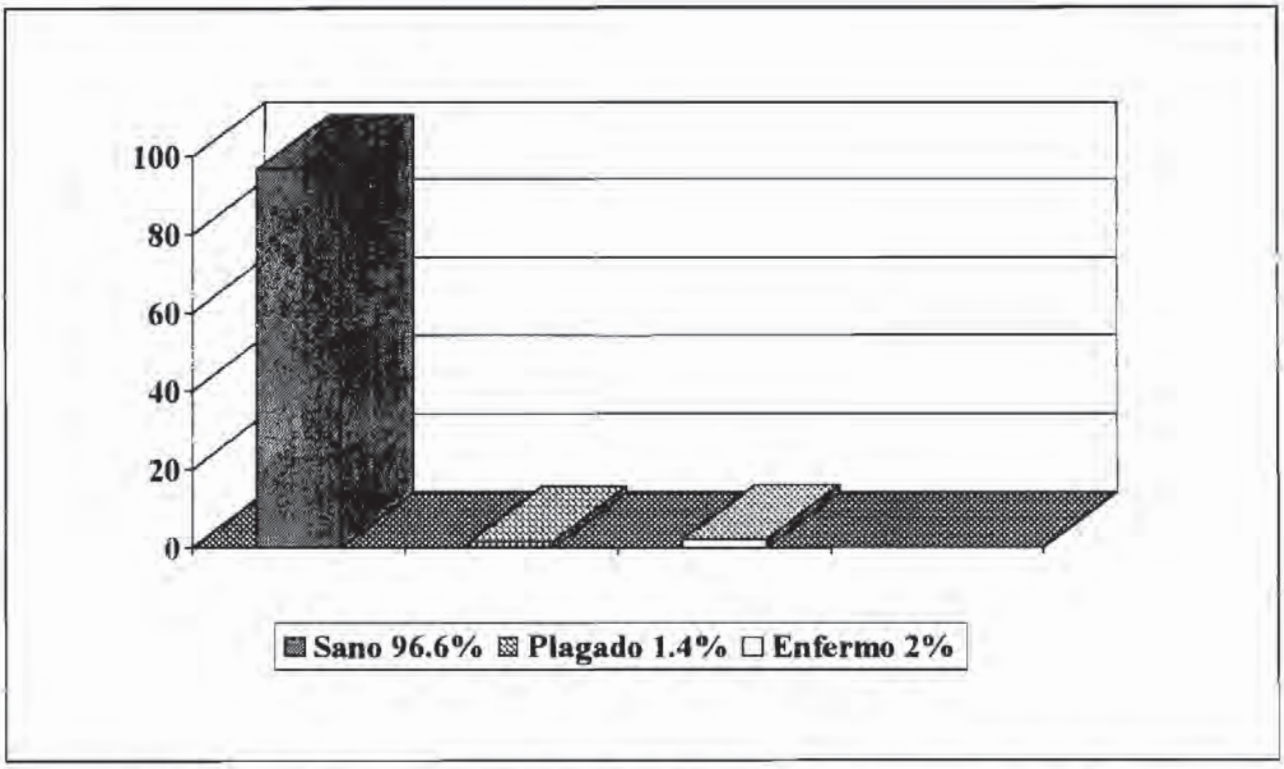

Figura N° 6. Estado fitosanitario de la plantación de *Pinus pseudostrobus* a la edad de 5 años, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

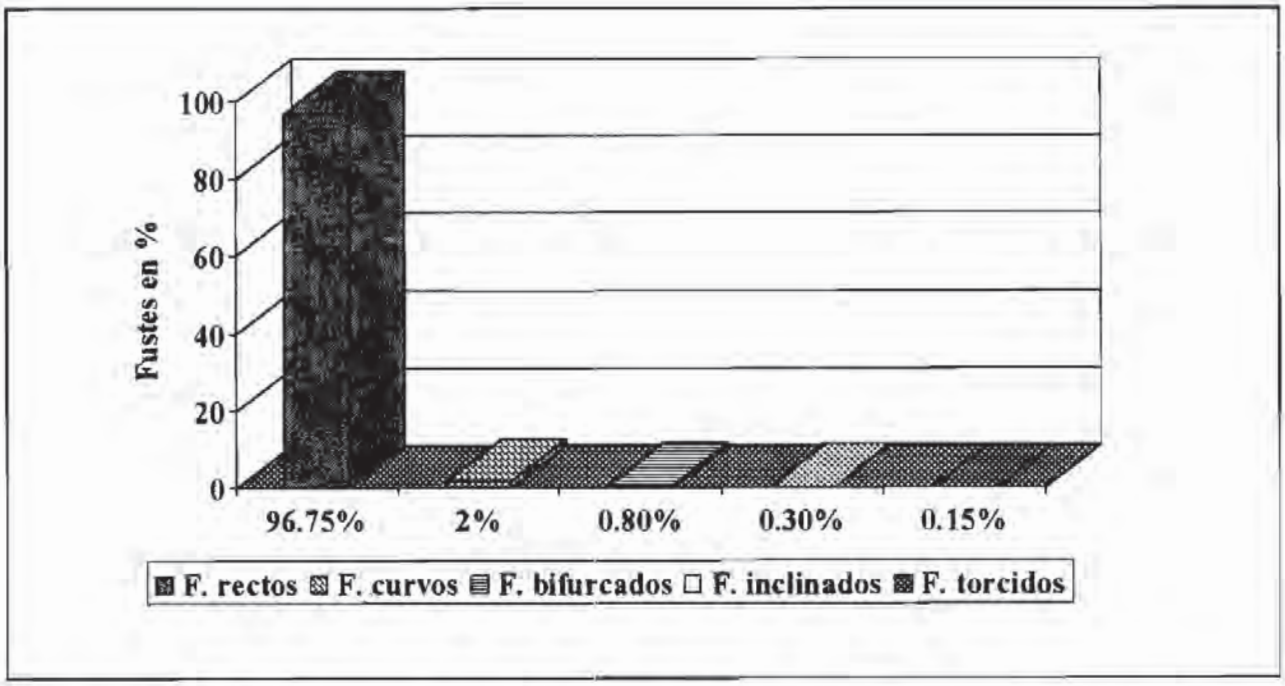

Figura N° 7. Conformación del fuste de la plantación de *Pinus pseudostrobus* a la edad de 5 años, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

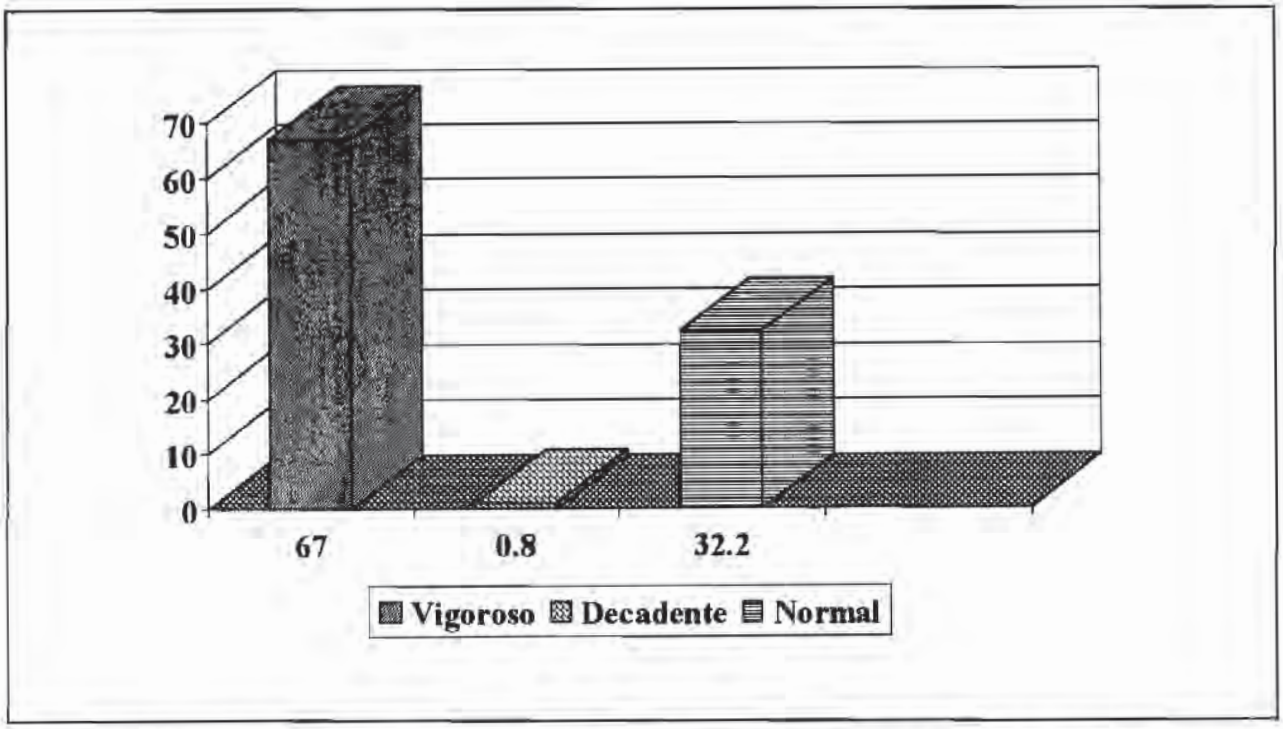

Figura N° 8. Vigor de la plantación de *Pinus pseudostrobus* a la edad de 5 años, en la Comunidad Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán.

Vigor de la plantación.

Para esta característica se consideró el vigor de la copa, presentándose un estado vigoroso en 67.0%, un 32.2% normal y un 0.8% decadente; el mayor porcentaje de copa vigorosa, se explica por la corta edad de la plantación y por lo tanto todavía no se manifiesta totalmente la competencia por el espacio entre las plantas (Figura N° 8).

Análisis de Costos

Con respecto a los costos de producción de planta para el año 1996, se estimó que en lo referente a la planta en envase tuvo un costo de $ 0.70 y la de raíz desnuda de $ 0.35, lo que presenta una diferencia de $ 0.35 a favor de la planta a raíz desnuda, por lo que existe un ahorro del 50% cuando se utiliza este sistema de producción de planta (Cuadro N° 11).

TERRENO BARBECHADO

CONCEPTO	ENVASE	RAÍZ DESNUDA
PLANTA	1,754.00	887.00
TRANSPORTE DE PLANTA	292.00	134.00
TRANSPORTE DE PERSONAL	131.00	66.00
EJECUCION DE LA PLANTACION	1,089.00	262.00
ASISTENCIA TECNICA	73.00	73.00
CERCADO DEL TERRENO	785.00	785.00
BARBECHO	160.00	160 00
TOTAL	$ 4,284.00	$ 2,367.00

TERRENO CON CHAPONEO

CONCEPTO	ENVASE	RAÍZ DESNUDA
PLANTA	1,754.00	887.00
TRANSPORTE DE PLANTA	292.00	134.00
TRANSPORTE DE PERSONAL	131.00	66.00
EJECUCION DE LA PLANTACION	1,089.00	262.00
ASISTENCIA TECNICA	73.00	73.00
CERCADO DEL TERRENO	785.00	785.00
CHAPONEO	70.00	70.00
TOTAL	$ 4,194.00	$ 2 277.00

Cuadro N° 11. Costos por hectárea reforestada con una densidad de plantación de 2,500 plantas/hectárea para 1996. CIPAC, INIFAP, Uruapan, Michoacán,1989.

Estos resultados señalan que se reducen los costos de producción de planta con el sistema a raíz desnuda respecto del sistema en envase. esto es por el ahorro que se tiene al no ser necesaria la bolsa de polietileno, por reducir mano de obra en el proceso

de producción, al evitar el llenado de bolsa con substrato y que no se realiza el acomodo de envase; además, este mismo substrato se puede utilizar en ciclos de producción subsecuentes previo tratamiento al mismo.

Los costos en el transporte con planta a raíz desnuda se reducen, ya que el costo unitario por planta transportada es de $ 0.0536 contra la de envase que es de $ 0.1168 por planta, significando un ahorro del 54% en esta actividad.

En este tipo de suelos (Andosol), las actividades de plantación son más rápidas con arbolitos a raíz desnuda ya que en un jornal de 8 horas, una persona reforestó 280 plantas durante el establecimiento del estudio y se considera que este rendimiento puede ser 3-5 veces mayor en plantaciones masivas, mientras que en envase se tiene un rendimiento de únicamente 125 plantas por jornal, pero en casos sobresalientes hasta 200 para plantaciones realizadas anualmente en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich.

El costo de plantación por hectárea para 1996, utilizando planta a raíz desnuda, representa un ahorro del 45 % en terreno barbechado y un 46% en terreno con chaponeo, en relación a utilizar planta en envase.

CONCLUSIONES

Con los resultados obtenidos a cinco años de establecida la plantación de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en suelos Andosoles de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Mich., se obtuvieron las siguientes conclusiones:

1. La sobrevivencia de 90% en la plantación experimental se considera buena, por tratarse de una especie nativa de la región, lo que da consistencia a los resultados obtenidos con las mediciónes en altura y diámetro.
2. La sobrevivencia con la planta a raíz desnuda pudo ser mayor del 85% de no ser por la presencia de las tuzas y alcanzar un índice al menos similar al de la planta en envase.
3. El buen desarrollo en altura de las plántulas a raíz desnuda y en envase dependen en gran medida al sistema de preparación del terreno empleado.
4. La preparación del terreno (barbecho) influyó en el crecimiento en altura y diámetro, ya que se obtuvo una ganancia de 0.87 m y 1.7 cm con planta en envase y 0.93 m y 1.9 cm con raíz desnuda, respecto al terreno con chaponeo.
5. El mayor crecimiento en altura y diámetro se presentó con planta a raíz desnuda en terreno barbechado, ya que las plantas alcanzaron una altura promedio de 4.78 m y 6.9 cm, con respecto a la planta en envase en terreno barbechado que presentó una altura y diámetro promedio de 4.71 m y 6.8 cm respectivamente.

6. Para plantaciones exitosas con planta a raíz desnuda, es descisivo el manejo que incluye desde las podas de raíz, extracción, forma de transporte para evitar desecación radicular y la plantación misma.
7. Se reducen los costos de producción de planta en un 50 % cuando se producen plantas a raíz desnuda.
8. Se obtiene reducción de costos hasta un 46 % con el empleo de plántulas a raíz desnuda en trabajos de reforestación.
9. El estado fitosanitario de todos los tratamientos de la plantación es bueno; así como la conformación del fuste es recto, presentando las plantas un estado vigoroso de la copa.

BIBLIOGRAFÍA

Barnett, J. P. and J. M. McGilvray. 1993. Performance of container and bareroot loblolly pine seedlings on bottomlands in South Carolina. Southern Journal of Applied Forestry. 17 (2): 81-83.

Boyer, W. D. 1988. Response of planted longleaf pine bareroot and container stock to site preparation and release: five years results. Proceedings on the 5Th Biennial Southern Silvicultural Research Conference. Gen Tech. Rep. SO-74. New Orleans, LA. pp. 165-168.

Busby, R. L.; J. H. Miller and M. B. Edwards. 1993. Release or site preparation, which is the wiser investment. ***In***: Weed science in harmony with the enviroment: 46th anual meeting of the Southern Weed Science Society. Forest Service, USDA. pp. 178-182.

Brissette, J. C. and J. P. Barnett. 1989. Comparing first year growth of bare-root and container plantings of shortleaf pine half-sib families. ***In***: Proceedings of the Twentieth Southern Forest Improvement Conference. Forest Service, USDA. pp. 354-361.

Carrillo, F. y M. A. Musálem. 1986. Influencia de tratamientos al suelo suelo y edad de planta en la regeneración artificial de *Pinus montezumae* Lamb. Dasonomía Mexicana, México, Vol. 4, N°7. 30 p.

Edwards, M. B. 1986. Three-year performance of planted loblolly pine seedlings on a lower Piedmont site after six site preparation treatments. Research note SE-337. Forest Service, USDA. 4 p.

Edwards, M. B. 1990. Five years response of Piedmont loblolly pine to six site preparation treatments. Southern Journal of Applied Forestry, 14 (1): 3-6.

García, E. 1973. Modificación al Sistema de Clasificación climática de Köppen (adaptado a las condiciones de la República Mexicana). Instituto de Geografía, UNAM. México. 36 p.

Hernández, H. C. 1974. Comparación de tres métodos de preparación al terreno con fines forestales. Tesis Licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Departamento de Bosques. Chapingo, México. 49 p.

INEGI. 1985. Síntesis Geográfica del Estado de Michoacán. Secretaría de Programación y Presupuesto. México.

Ladrach. W. E. 1993. Plantation establishment techniques in tropical America. Tree planters notes.North Carolina State University. Raleigh, NC. pp. 125-131.

Lennartz, M. R. and J. W. McMinn. 1973. Growth of two varities of slash pine on prepered sites in South Florida: 10 year results. Res. paper SE-103, Southeastern Forest Exp. Stn. Forest Service, USDA. Asheville, NC. 10 p.

McKee, W.H. 1989. Preparing Atlantic coastal plain sites for loblolly pine plantations. GTR-SE-57, Forest Service, USDA. Asheville, NC. 19 p.

Musálem, M.A., Solís, J.M. y Ramírez, H. 1975. Influencia de la preparación de suelo en la supervivencia y crecimiento inicial de *Pinus radiata* D. Don a raíz desnuda. México y sus Bosques 14(6):18-24.

Núñez de León, J. 1971. Evaluación de una plantación. Rev. Bosques y Fauna. **Vol. X N° 2.** México, D.F.

Oucalt, K. W. 1988. Establishing Choctawhatchee sand pine using strip site preparation. Southern Journal of Applied Forestry. 12 (3): 178-181.

Page-Dumroese, D. S., M. F.Jurgensen, R. T. Graham and A. E. Harvey. 1989.Soil Chemical properties of raised planting beds in a Northern Idaho forest. Res. paper INT-419. Forest Service, USDA. 7 p.

Ratliff, R. D. and R. G. Denton. 1991. Site preparation + 1 year: effect on plant cover and soil properties. Research Note PSW-RN-412. Forest Service, USDA. 5 p.

Scarfe, A. D.; P. R. Mount; R. L. Busby; S. G. Solaiman; R. O. Ankumah; R. M. Beaty; K. W. Jonhson and G. Fagan. 1992. A low cost alternative for cutover forest site preparation: using goats. ***In***: Proceedings of the 7Th Biennial Southern Silvicultural Research Conference, New Orleans, LA. GTR-SO-93, Forest Service, USDA. pp. 417-424.

Sloan, J. P., Lewis H. J. and Russell A. Ryker. 1987. Container-grown ponderosa pine seedlings outperform bareroot seedlings on harsh sites in Southern Utah. Res. paper INT-384. Forest Service, USDA. 14 p.