

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

Variación en la cobertura de suelo en un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León

**Variations on soil protection in a test of provenances of
Pinus greggii Engelm. in El Potosí Hill, Galeana, Nuevo León**

Rodrigo Rodríguez-Laguna¹, Joel Meza-Rangel¹,
Jesús Vargas-Hernández² y Javier Jiménez-Pérez³

RESUMEN

Con la finalidad de conocer la protección al suelo que brindan las copas de los árboles en un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. a 4.5 años de plantados en el Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, se midió supervivencia, altura y características de la copa; también se calcularon área de proyección de copa, área de intercepción lumínica y porcentaje de copa. No se encontraron diferencias significativas entre procedencias en la supervivencia, pero se tuvo en general 93% de supervivencia; al contrario sí hubo diferencias significativas ($P \leq 0,05$) en altura, altura a la primera rama, altura al punto amplio de la copa, área de proyección de copa, área de intercepción lumínica y porcentaje de copa. Los árboles de las procedencias con mayor área de proyección de copa tuvieron 0,85 m² y en el área de intercepción lumínica varió en más de 1,1 m² entre las procedencias extremas. Para el porcentaje de copa el mayor valor obtenido fue de 89,1% de tallos con copa. Los componentes de varianza mostraron que las procedencias aportaron 7,5% de la variación total en el área de proyección de copa y en el diámetro de copa. En cambio, este valor disminuyó para la altura a la primera rama y la altura al punto amplio de la copa con 5,2% y 2,9%, respectivamente. A 4.5 años de establecido el ensayo la copa de los árboles ha cubierto el 14,8% de la superficie total plantada. El crecimiento de los árboles se correlacionó positivamente con el área de intercepción lumínica ($r = 0,94$), área de proyección de copa ($r = 0,86$) y porcentaje de copa ($r = 0,48$). El estudio muestra evidencias para seleccionar la procedencia de Los Lirios, Coahuila y Agua Fría, Nuevo León, para proteger el suelo del sitio de plantación.

PALABRAS CLAVE:

Cobertura de copas, *Pinus greggii* Engelm., supervivencia.

ABSTRACT

With the purpose of knowing the soil protection that tree crowns provide in a test of provenances of *Pinus greggii* Engelm. planted 4.5 years prior to the test in the Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, survival, height and crown characteristics were measured; crown projection area, luminance interception area and percentage of crown were also calculated. No significant difference was found between provenances in the survival, but in general it was found a survival rate of 93%; however, there

¹ Profesores-investigadores, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, campus Tulancingo, Hidalgo. Ce: rodris71@yahoo.com; jomera@yahoo.com

² Prof. Inv. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Edo. Méx. Ce: vargashj@colpos.mx

³ Prof. Inv. Facultad de Ciencias Forestales-UANL. Linares Nuevo León. Ce: jjimenez@fcf.uanl.mx

were significant differences ($P \leq 0.05$) in height, height at the first branch, height to the wide point of the crown, crown projection area, luminance interception area and percentage of crown. The trees of the provenances with greater crown projection area had 0.85 m^2 and in the luminance interception area varied in more of 1.1 m^2 between the provenances extremes. For the crown percentage the higher value obtained was of 89.1% of stems with crown. The components of variance showed that provenances provided 7.5% of the total variation in crown projection area and in the crown diameter. On the other hand, this value diminished for height at the first branch and height to the wide point of the crown with 5.2% and 2.9%, respectively. After 4.5 years of establishing the test, the crowns of trees have covered 14.8% of the total surface planted. The tree growth was positively correlated with the luminance interception area ($r = 0.94$), crown projection area ($r = 0.86$) and percentage of crown ($r = 0.48$). The study shows evidences to select the provenance of Los Lirios, Coahuila and Agua Fría, Nuevo León as the best choices to protect the soil at the planting site.

KEY WORDS:

Crowns coverage, *Pinus greggii* Engelm., survival.

INTRODUCCIÓN

En México existe la tendencia a transformar las mejores áreas de vocación forestal hacia áreas de uso agrícola y pecuario. Lamentablemente dichas áreas en pocos años pierden su fertilidad y alcanzan rendimientos cada vez menores. La degradación de áreas en los diversos ecosistemas forestales trae como consecuencia la reducción de la biodiversidad, lo cual se refleja en la disminución de bienes y servicios que brindan a la sociedad (Hudson, 1982). Los ecosistemas forestales son afectados por diversos factores que inciden en su degradación y deforestación, los principales son los desmontes con 94%, incendios forestales con 2.1%, el cambio de

uso del suelo con autorización con 1.3%, las talas clandestinas con 1.0%, plagas y enfermedades forestales con 0.5% y otros con 1.0% (SEMARNAT, 2000). A lo anterior hay que añadir la acción del hombre en los riesgos de degradación, debido a los efectos de las perturbaciones asociadas con el manejo intensivo que se hace en los suelos sin un conocimiento adecuado de su dinámica, llevando consigo un deterioro acelerado del ecosistema (González *et al.*, 1990).

Los ensayos de procedencias por especie es el procedimiento experimental más empleado para comparar el comportamiento y la productividad de semilla que proviene de diferentes poblaciones. Estos ensayos se pueden establecer en ambientes extremos en los cuales se pretende establecer las plantaciones, con el argumento de encontrar las mejores fuentes de semilla, en términos de adaptación al sitio de plantación, conformación de las copas y en la productividad de los árboles (Zobel y Talbert, 1992).

Pinus greggii Engelm. es una especie forestal nativa de México, que se distribuye en pequeños rodales a lo largo de la Sierra Madre Oriental (Martínez, 1992). Esta especie se considera rústica y con buenas características para desarrollarse sobre terrenos pobres (González, 1978), posee la habilidad de crecer rápidamente y ha sido reportado como tolerante tanto a la sequía (Vargas y Muñoz, 1988) como al ataque de algunas plagas fuera de su área natural (Dvorak *et al.*, 2000). De igual forma estas características le han hecho una especie muy utilizada con fines de protección o recuperación de áreas degradadas en las últimas décadas; algunos estudios demuestran que puede establecerse fuera de su área de distribución natural con resultados favorables (Dvorak *et al.*, 1996; Velasco, 2001; Valencia *et al.*, 2006).

La capacidad de protección o recuperación de un suelo depende de la velocidad con que se logre la cobertura de éste por los árboles; ya que al aumentar la cobertura de copa se reduce el impacto de la lluvia y de otros agentes erosivos sobre el suelo, se aumenta captación de energía y la productividad primaria, así como la aportación de materia orgánica al suelo. Estos procesos ayudan a formar un microclima propicio para los agentes bióticos que incorporan la materia orgánica al suelo, dejándola en condiciones para ser utilizada nuevamente por las plantas (Tang *et al.*, 1999).

La copa del árbol es el componente de la producción primaria y sus dimensiones reflejan la salud del individuo; por ejemplo, las copas densas y largas están asociadas con un crecimiento vigoroso; las copas de bajo desarrollo y poco densas se presentan en sitios en condiciones desfavorables por la competencia, estrés por humedad o la influencia de la defoliación por insectos y enfermedades de las hojas (Schomaker *et al.*, 1999). Algunos estudios muestran la importancia de conocer las características de la copa de los árboles y con ellas predecir la respuesta en crecimiento de los árboles (Doruska y Burkhardt, 1994; Brunner, 1998), del mismo modo autores mencionan que la cantidad de luz que intercepta la copa determina en gran medida el crecimiento del árbol (Aiba y Kohyama, 1997; Sterck, 1999; Tang *et al.*, 1999).

Contrariamente a la importancia de proteger y evitar la erosión en el suelo, existe escasa información referente a la cobertura de suelo por las copas de los árboles en estados juveniles, en sitios con posibilidad de restauración. Si se conoce el tamaño y la forma de la copa de los árboles de las distintas procedencias es posible seleccionar árboles de esta

especie que cubran mayor superficie en menos tiempo.

Tomando en cuenta los antecedentes señalados se planteó como primer objetivo determinar la variación por procedencia en la supervivencia, cobertura de copa, superficie de intercepción lumínica y tamaño de copa, además de calcular la superficie de suelo cubierta por las copas de los árboles en un ensayo de nueve procedencias de *Pinus greggii* Engelm. a 4.5 años de plantados en el cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. El segundo objetivo fue encontrar la relación entre cobertura de la copa, área de intercepción lumínica y tamaño de la copa con el crecimiento de los árboles.

METODOLOGÍA

Origen del germoplasma y ubicación del ensayo

El estudio se realizó en un ensayo de *P. greggii* de 4.5 años de plantados en campo, en donde se evalúa germoplasma de 9 poblaciones naturales de *P. greggii* de los estados de Coahuila y Nuevo León. La ubicación geográfica y los datos más importantes de los sitios de colecta (procedencias) se presentan en la tabla 1. La semilla se colectó en 1997 y se sembró en noviembre de 1998, en envases individuales de plástico negro de 125 ml de capacidad dentro de un invernadero en el Colegio de Postgraduados. Se utilizó sustrato con 60% peat moss, 30% vermiculita, 10% agrolita y 4 kilogramos de Osmocote 17-17-17 por metro cúbico de sustrato. Las plantas se mantuvieron con riegos programados (3 riegos por semana); a los tres meses de edad se redujo a la mitad la densidad de plantas y se sacaron a platabandas con malla sombra.

Tabla 1. Información de las procedencias de la semilla de *P. greggii* utilizadas.

Procedencia	Coordenadas geográficas		Altitud	Precipitación
	Lat. Norte	Long. Oeste	(msnm)	(mm)
Puerto El Conejo, N. L.	25° 28'	100° 35'	2520	650
Santa Anita, Coah.	25° 27'	100° 34'	2560	650
Agua Fría, N. L.	25° 26'	100° 30'	2400	633
Puerto San Juan, Coah.	25° 25'	100° 33'	2613	600
Los Lirios, Coah.	25° 23'	100° 31'	2420	600
El Penitente, Coah.	25° 22'	100° 54'	2405	500
Jamé, Coah.	25° 21'	100° 34'	2552	600
Las Placetas, N. L.	24° 55'	100° 11'	2450	750
La Taponá, N. L.	24° 43'	100° 06'	2130	650

El ensayo de procedencias se estableció en septiembre de 1999 en una parcela del Ejido 18 de Marzo, Galeana, Nuevo León. En los 24° 53' N y 100° 12' O, a una altitud de 2209 msnm; la precipitación media anual es de 401.1 mm y la temperatura media anual es de 18.2 °C, se considera un clima seco semi-cálido, invierno fresco, muy extremoso, con lluvias de verano y precipitación invernal no muy significativa. Los meses más lluviosos en la región son agosto y septiembre (García, 1988).

Condiciones del terreno en el ensayo

El ensayo se estableció en un terreno agrícola abandonado, con una pendiente mayor de 19%, con exposición noreste. Debido al uso agrícola anterior, el suelo presentaba un nivel de erosión moderado. Para evitar una erosión mayor se hicieron cepas de 30x30x30 cm, estableciendo la planta en el centro de la cepa y formando un cajete para captar agua de

lluvia. La textura del suelo en la capa superficial es limosa-arcillosa, con estructura terregosa moderadamente dura.

Diseño experimental del ensayo

Para controlar el componente ambiental, especialmente las condiciones de suelo y de pendiente, en el ensayo se utilizó un diseño de bloques completos al azar, con 30 bloques transversales a la pendiente. Las nueve procedencias se asignaron al azar dentro de cada bloque, las parcelas quedaron en hilera de cuatro plantas a lo largo de la pendiente. Las plantas se establecieron a un espacioamiento de 2x2 metros para generar una densidad de 2500 plantas por hectárea, ocupando el ensayo una superficie total de 4320 m².

Variables medidas

En los árboles después de 4.5 años de plantados en campo, se determinó el

porcentaje de supervivencia en cada parcela. En esa misma fecha se midió altura total, altura a la primera rama viva, altura al punto amplio de la copa y el diámetro de la copa en direcciones norte-sur y este-oeste.

Con los datos se procedió a calcular otras características de la copa del árbol, como: porcentaje de copa (PC), área de proyección de copa en el suelo (APCS) y área de intercepción lumínica de la copa (AILC) (Jiménez *et al.*, 2002). El PC se define como la relación entre la longitud de copa (LC) y la altura total del árbol (Ht) expresado en porcentaje o como una fracción (Figura 1). Para determinar el porcentaje de copa se utilizó la ecuación siguiente:

$$PC = \frac{LC}{Ht} \times 100$$

El APCS se estimó como la proyección horizontal de la copa del árbol en el suelo, y se utilizó como una medida de densidad de la plantación (Figura 1):

$$APCS = \frac{\pi}{4} * DPC^2$$

Donde DPC es el diámetro promedio de la copa del árbol.

El AILC se conoce como la región fotosintética más activa de la copa en donde se absorbe la radiación lumínica y comprende la superficie lateral de la copa eliminando la superficie de sombra de la copa (Jiménez *et al.*, 2002), se expresa en m² (Figura 1):

$$AILC = \frac{\pi * r}{6LC^2} \left[(4LC^2 + r^2)^{\frac{3}{2}} - r^3 \right]$$

Donde LC = longitud de copa del árbol (m) y r = es el radio de la copa (m)

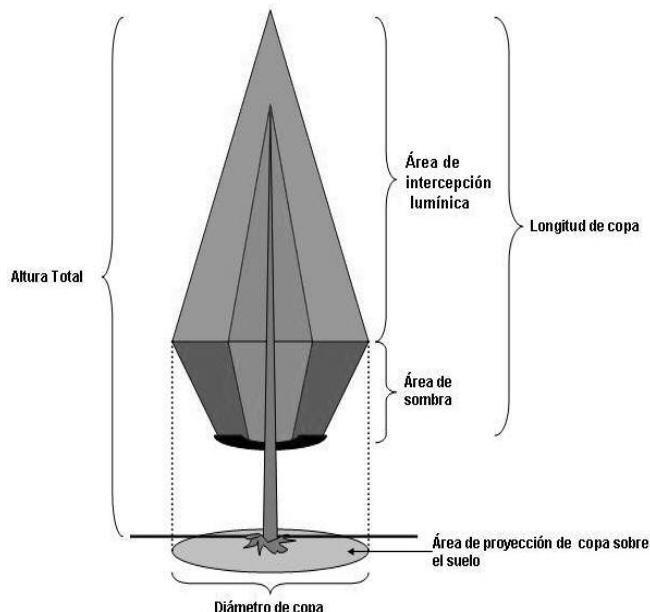


Figura 1. Variables medidas en campo y variables calculadas por árbol.

Análisis estadístico

Se sometieron a un análisis de varianza con los promedios por parcela las variables: supervivencia, altura a la primera rama, altura al punto amplio de la copa, así como las variables calculadas de la copa. En el caso de la supervivencia, previo al análisis de varianza los datos fueron transformados con la función arco-seno, pero los valores promedio de las procedencias fueron expresados en las unidades originales. A las variables que presentaron diferencias estadísticas con $P \leq 0.05$ en el análisis de varianza se hizo la prueba de comparación múltiple de medias de Tukey. Con los resultados del análisis de varianza se estimó la contribución de las procedencias a la varianza total observada en cada variable, a partir de la estructura de la esperanza de los cuadrados medios del modelo estadístico para cada caso. También con los valores promedio por procedencia se estimó la correlación simple entre las variables evaluadas de la copa con el crecimiento en altura de los árboles, para conocer las posibles relaciones en la plantación.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Supervivencia

El análisis de varianza mostró que no hubo diferencias estadísticas significativas ($P \leq 0.05$) entre procedencias en la supervivencia de las plantas a 4.5 años de haber establecido el ensayo; en general el ensayo tuvo una supervivencia de 92.7%, con valores promedio extremos de 96.4% para Puerto San Juan y de 86% para Agua Fría.

En otros ensayos de *P. greggii* establecidos en regiones con condiciones ambientales muy diversas tampoco se han encontrado diferencias significativas

entre procedencias en la supervivencia de las plantas (Dvorak *et al.*, 1996; Órnelas *et al.*, 2001; Velasco, 2001; López-Upton *et al.*, 2004; Contreras, 2005), lo que muestra la plasticidad de la especie en el centro y norte del país. Según Zobel y Talbert (1992) las variables de adaptación como supervivencia, tienen un fuerte efecto de procedencia u origen geográfico, pero esto no se reflejó en el presente estudio. Es posible que el grupo de procedencias de *P. greggii* en el norte del país haya evolucionado de manera semejante, al estar expuesto a condiciones ambientales similares.

El ensayo tuvo un grupo de seis procedencias con promedios por arriba de 93% de supervivencia (Puerto San Juan, Las Placetas, Puerto El Conejo, Los Lirios, La Taponá y Jamé) como se muestra en la figura 2. El valor promedio en otros estudios con la misma especie y utilizando algunas de las mismas procedencias tuvieron resultados menos satisfactorios como el ensayo realizado en Patoltecoya, Puebla; la supervivencia promedio fue de 75% a los dos años siete meses (López-Ayala *et al.*, 1999) y de 60% en el mismo ensayo a los seis años (López-Upton *et al.*, 2004); en otro ensayo de procedencias realizado en el CAESA, Arteaga, Coahuila, se encontró 68.6% de supervivencia a los cinco años con siete meses (Órnelas *et al.*, 2001).

Altura a la primera rama y al punto amplio de la copa

En características de la copa como altura a la primera rama y altura al punto amplio de la copa se encontraron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) entre las procedencias (Tabla 2). La característica que define la longitud de la copa de un árbol, es la altura de la primera rama de la copa, en este caso Puerto San Juan tiene la primer rama de la copa a ras de suelo con un valor

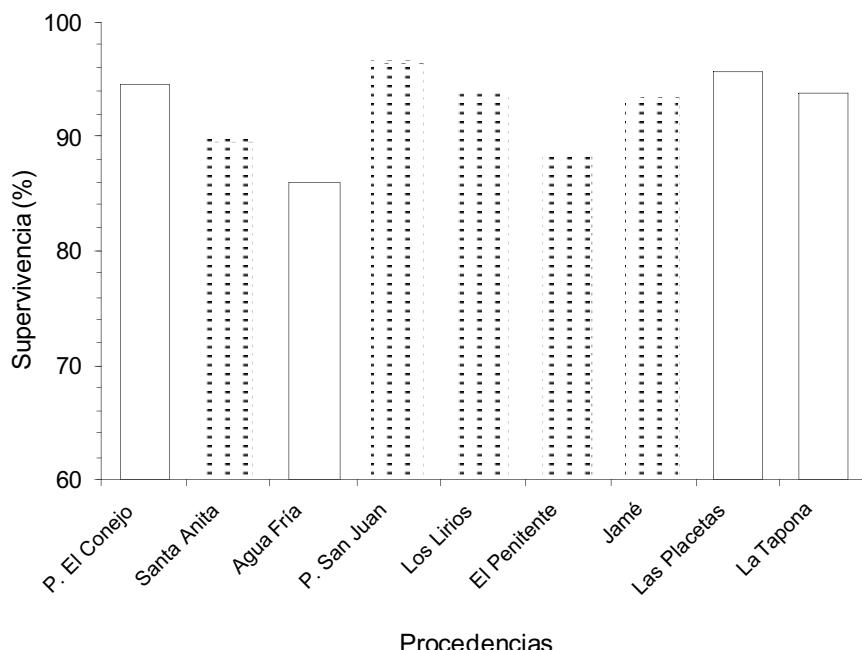


Figura 2. Supervivencia promedio de nueve procedencias de *P. greggii* a 4.5 años de plantadas. Las barras con líneas diagonales muestran las procedencias de Coahuila, las barras con puntos son de Nuevo León.

Tabla 2. Resultados del análisis de varianza y significancia en variables de la copa del árbol en nueve procedencias de *P. greggii*.

Variables	Cuadrados Medios			
	Bloques (29) ^a	Procedencia (8)	Bloq*Proc (231)	Error (651)
Altura a la primera rama	177.3	316.8**	112.6	95.7
Altura al punto amplio de la copa	3015.1	922.5*	495.5	240.3

^a En paréntesis se presentan los grados de libertad correspondientes a cada fuente de variación.

* Significativo al $P \leq 0.05$

** Significativo al $P \leq 0.01$.

de 11.4 cm y la menor altura al punto amplio de la copa (54.2 cm), disminuyendo el impacto de las gotas de lluvia en el suelo y formando un microclima que le ayuda a mantener la humedad por mayor tiempo, en contraste Los Lirios tuvo la primera rama a 17.5 cm del suelo y Agua Fría tuvo 10.1 cm más arriba el punto amplio de la copa (64.3 cm) (Figura 3). Si bien el sitio de plantación se encuentra dentro del área de distribución natural de la especie, se han registrado diferencias entre procedencias en características de la copa, en respuesta a las condiciones de humedad, temperatura y suelo.

Los componentes de varianza en la altura a la primera rama muestran que el 5.2% de la variación total se debe a las procedencias; de la misma forma, la variación total en la altura al punto amplio de la copa es de 2.9% que se debe a las procedencias. El mayor porcentaje de variación está explicado por el error estándar, que se atribuye a factores que no pudieron ser controlados en el ensayo.

Diámetro y porcentaje de copa

Las procedencias de *P. greggii* difieren en forma significativa ($P \leq 0.01$)

en el diámetro de copa y porcentaje de copa de los árboles (Tabla 3). La procedencia de Agua Fría tiene el mayor diámetro promedio de copa, con 99.2 cm, mientras que la procedencia de Puerto San Juan se ubica en el extremo inferior con 79.9 cm. Para el porcentaje de copa, los árboles de Agua Fría tuvieron 89.1% de tallos con copa, en tanto que Santa Anita tuvo el valor extremo inferior con 82.4% (Figura 4). Puede ser que las procedencias que en este momento presentaron mayor porcentaje de copa, después tengan una reducción significativa debido a la autopoda que presenta la especie en condiciones de competencia por luz y espacio. Los componentes de varianza muestran que 7.5 % de la variación total en el diámetro de copa del árbol se debe a las procedencias; en cambio, para el porcentaje de copa del árbol este valor se redujo a 4.4%.

Valencia *et al.* (2006), encontraron que el diámetro de la copa varió de 46.9 a 74.9 cm en árboles de *Pinus greggii* de 2.5 años de edad en Tlacotepec Plumas, y de 43 a 57.5 cm en Magdalena Zahuatlán, en la Mixteca Alta de Oaxaca. Hay escasa información sobre las características de la copa

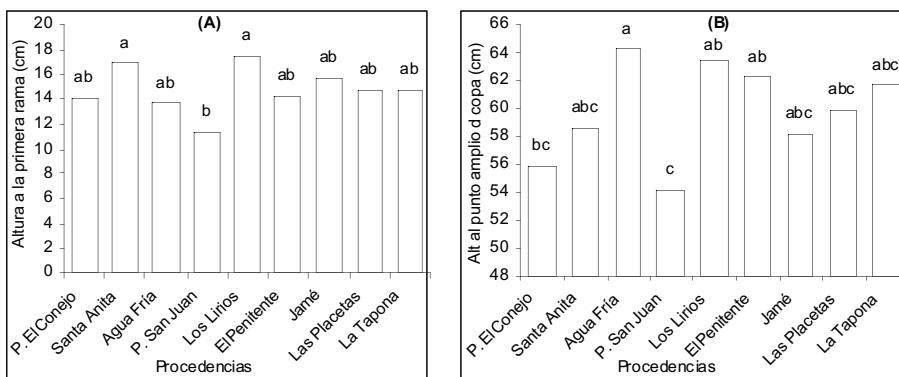


Figura 3. Valores promedio en (A) altura a la primera rama; (B) altura al punto amplio de la copa en nueve procedencias de *P. greggii* a 4.5 años de plantadas. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales.

Tabla 3. Resultados del análisis de varianza para diámetro de copa y porcentaje de copa en nueve procedencias de *P. greggii*

Variables	Cuadrados Medios			
	Bloques (29) ^a	Procedencias (8)	Bloq*Proc (231)	Error (651)
Diámetro de copa	6425.2	3845.1**	1127.1	548.7
Porcentaje de copa	338.1	350.4*	154.5	131.1

^a En paréntesis se presentan los grados de libertad correspondientes a cada fuente de variación.

* Significativo al $P \leq 0.05$

** Significativo al $P \leq 0.01$.

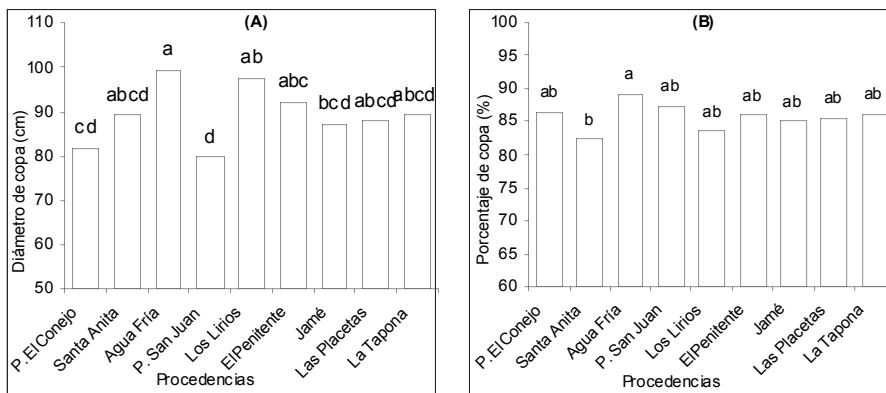


Figura 4. Valores promedio en (A) diámetro de copa; (B) porcentaje, de la copa en nueve procedencias de *P. greggii* a 4.5 años de plantadas. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales.

en edades tempranas de esta especie. En este ensayo del cerro El Potosí, el diámetro de copa varió de 79.9 a 99.2 cm.

Área de proyección de copa y área de intercepción lumínica

El análisis de varianza mostró diferencias significativas ($P \leq 0.01$) entre las procedencias en el área de proyección de copa y en el área de intercepción lumínica ($P \leq 0.10$) (Tabla 4). En promedio, cada

árbol de Los Lirios cubrió 0.85 m^2 de terreno con su copa, mientras que los de Puerto San Juan sólo cubrieron 0.55 m^2 (Tabla 5), lo que representa 35.3% menos de cobertura por árbol. Esta diferencia en los primeros años de vida en referencia a la cobertura de suelo implica tiempo para recuperar la cobertura total de la vegetación. Las procedencias con mayor cobertura permitirían disminuir más pronto el problema de la erosión de suelo, además de aportar más residuos vegetales y favorecer el mejoramiento del suelo.

Tabla 4. Análisis de varianza para el área de proyección de copa y el área de intercepción lumínica en nueve procedencias de *P. greggii*.

Variables	Cuadrados Medios			
	Bloques	Procedencias	Bloq*Proc	Error
	(29) ^a	(8)	(231)	(651)
Área de proyección de copa sobre el suelo	1,47	0,98**	0,27	0,13
Área de intercepción lumínica de la copa	25,4	9,5*	5,1	1,93

^a En paréntesis se presentan los grados de libertad correspondientes a cada fuente de variación.

* Significativo al $P \leq 0.10$

** Significativo al $P \leq 0.01$.

Los componentes de varianza mostraron que 7.5% de la variación total en la cobertura de la copa se debe a las procedencias, mientras que 92.5% de la variación se encuentra dentro de las parcelas chicas (error de muestreo). Lo anterior indica que existe una amplia variación en la cobertura de la copa sobre el suelo a nivel de procedencias, lo cual es de gran interés en la selección de material en un programa de mejoramiento genético con la finalidad de protección al suelo.

Los árboles de Agua Fría presentaron la mayor área de intercepción lumínica promedio (3.0 m^2) que superó a los de Puerto San Juan (1.9 m^2). Los árboles con mayor área de intercepción lumínica podrían tener mayor potencial de actividad fotosintética y, por tanto, mayor potencial de crecimiento. Schomaker *et al.* (1999), indicaron que la copa es uno de los principales componentes de la producción primaria en los árboles y sus dimensiones reflejan el vigor de los individuos. Cuando la finalidad de la plantación es dar protección al suelo, es de utilidad identificar las procedencias que desarrollan copas más amplias con mayor rapidez. Los componentes de varianza mostraron que sólo 2.7% de la variación total del área de intercepción lumínica se debe a las procedencias.

Después de 4.5 años de plantados los árboles en conjunto de las nueve procedencias tuvieron una cobertura de suelo de 638.1 m^2 , lo que representa 14.8% del total de la superficie. La procedencia de Los Lirios aporta 13.9% de la cobertura total del suelo en el sitio, en tanto que Puerto San Juan sólo cubre 9.3% (Tabla 5). Lo anterior indica que existe un potencial para seleccionar procedencias que protejan mayor superficie de suelo desde los primeros años.

Análisis de correlación

El crecimiento de los árboles se correlacionó positivamente ($P \leq 0.01$) con el área de intercepción lumínica de la copa ($r = 0.94^{**}$), con el área de proyección de copa ($r = 0.86^{**}$) y con el porcentaje de copa del árbol ($r = 0.48^{**}$). Lo anterior significa que las procedencias con mayor cobertura del suelo, tuvieron árboles con mayor altura y mayor cantidad de área de intercepción lumínica; en consecuencia, los árboles presentaron un mayor porcentaje de copa. Lo anterior apoya lo que mencionan González (1978), Eguiluz (1978) y Perry (1991) al establecer que *P. greggii* es una especie muy rústica y que posee buenas características para desarrollarse con cierta facilidad sobre terrenos pobres y presentar un rápido crecimiento.

Tabla 5. Valores promedio por procedencia (m^2 , %) de cobertura del suelo en nueve procedencias de *P. greggii* a 4.5 años de plantadas.

Procedencia	Área de proyección de copa sobre el suelo por árbol (m^2)	Área de proyección de copa sobre el suelo por procedencia (m^2)	Área de proyección de copa sobre el suelo (%)
Puerto El Conejo, N. L.	0,59	61,4	9,6
Santa Anita, Coah.	0,69	67,6	10,6
Agua Fría, N. L.	0,81	77,0	12,1
Puerto San Juan, Coah.	0,55	59,4	9,3
Los Lirios, Coah.	0,85	88,4	13,9
El Penitente, Coah.	0,74	71,0	11,1
Jamé, Coah.	0,66	68,0	10,7
Las Placetas, N. L.	0,68	72,8	11,4
La Taponá, N. L.	0,69	72,5	11,4
Total		638,1 m^2	100 %

CONCLUSIONES

Existe variación significativa entre procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el área de proyección de copa, en el área de intercepción lumínica y en el porcentaje de copa de los árboles. Pero no difirieron en la supervivencia y obtuvieron en general 93% de supervivencia en las procedencias.

Las nueve procedencias de *Pinus greggii* Engelm. del norte del país cubrieron 14.8% de la superficie del suelo plantada. No obstante, las procedencias que presentaron mayores ventajas para usarse en plantaciones con protección al suelo en la región sur de Nuevo León, fueron Los Lirios, Coahuila y Agua Fría, Nuevo León, porque sus árboles obtuvieron mayores valores en características de la copa a los 4.5 años de plantados.

Las procedencias que tienen árboles con mayor área de proyección de copa, área de intercepción lumínica y porcen-

taje de la copa tuvieron correlación positiva con el crecimiento de los árboles, lo que significa que las procedencias con mayor cobertura del suelo, tuvieron árboles con mayor altura y también mayor cantidad de área de intercepción lumínica y con copas más grandes.

AGRADECIMIENTOS

Al Fondo Mexicano para la Conservación de la Naturaleza, por aportar los recursos financieros para la colecta de semilla y el establecimiento de la plantación dentro del proyecto de investigación “Diversidad genética, demografía y conservación de poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm.”, dirigido por el Dr. Jesús Vargas Hernández. También se agradece ampliamente a los revisores de la revista *Madera y Bosques* que permitieron mejorar el manuscrito.

REFERENCIAS

- Aiba, S. y T. Kohyama. 1997. Crown architecture and life-history traits at 14 tree species in a warm temperature rain forest significance of spatial heterogeneity. *Journal of Ecology* 85 (5): 611-624.
- Brunner, A. 1998. A light model for spatially explicit forest stands models. *Forest Ecology and Management* 147 (1-3): 19-46.
- Contreras, M. R. 2005. Ensayo de tres procedencias de *Pinus greggii* Engelm. establecido en el C. A. E. S. A. Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 58 p.
- Doruska, D.F. y H.E. Burkhart. 1994. Modeling the diameter and locational distribution of branches within the crowns of loblolly pine trees in unthinned plantations. *Canadian Journal or Forestry Research* 24: 2362-2376.
- Dvorak, W.S., J.E. Kietzka y J.K. Donahue. 1996. Three-year survival and growth of provenances of *Pinus greggii* in the tropics and subtropics. *Forest Ecology and Management* 83: 123-131.
- Dvorak, W.S., J.E. Kietzka, J.K. Donahue, G.R. Hodge y T.K. Stanger. 2000. *Pinus greggii*, In: Conservation & Testing of Tropical & Subtropical Forest Tree Species by the CAMCORE Cooperative. College of Natural Resources, NCSU. Raleigh. NC. USA. p. 52-73.
- Eguiluz, P. T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos del género *Pinus* en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 438-446
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Cuarta edición. México, D.F. 219 p.
- González, V., C.E. 1978. Breve análisis de la investigación sobre plantaciones forestales de la Dirección General de Investigación y Capacitación Forestal. INIFAP. Publicación especial No. 13. p. 83-87.
- González, K.V., G. Hernández S. y D. Hernández S. 1990. Evaluación de la pérdida de suelo (Prmera aproximación) en una región de la serranía de Actopan, Hidalgo, México. In: Memorias del Primer Simposium Nacional "Degradación del suelo".
- Hudson, N. 1982. Conservación del suelo. Ed. Reverté. Barcelona, España. 335 p.
- Jiménez, J., H. Kramer y O. Aguirre. 2002. Bestandesuntersuchungen in einem ungleichaltrigen Tannen-, Douglasien-, Kiefern- Naturbestand Nordostmexikos. Allgemeine Forst und Jagdzeitung 173: 47-55.
- López-Ayala, J.L., J.J. Vargas H., C. Ramírez H. y J. López U. 1999. Variación intraespecífica en el patrón de crecimiento del brote terminal de *Pinus greggii* Engelm. Revista Chapingo serie Ciencias Forestales y del Ambiente 5(2): 133-140.
- López-Upton, J., C. Ramírez H., O. Plascencia E. y J. Jasso M. 2004. Variación en crecimiento de diferentes poblaciones de las dos variedades de *Pinus greggii*. Agrociencia 38(4): 457-464.
- Martínez, M. 1992. Los pinos mexicanos. Tercera edición. Ed. Botas. 368 p.
- Órnelas, H.G., E. Aldrete M. y E.H. Cornejo O. 2001. Ensayo de tres

- procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga. ForestAN. Nota Técnica No. 6. UAAAN. Saltillo, Coah. 12 p.
- Perry, J.P. Jr. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. 231 p.
- Schomaker, M., S. Zanoch y K. Stolte. 1999. Tree crown condition indicator. USDA. Forest Service. Forest Health Monitoring Fact Sheet.
- SEMARNAT (Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales). 2000. El sector forestal de México: Situación actual y perspectivas (1998). Sistema Nacional de Información Forestal.
- Sterck, F.J. 1999. Crown development in tropical rain forest trees in gaps and understorey. Plant Ecology 143: 89-98.
- Tang, Z., J.L. Chambers, S. Duddanti, S. Yu y J.P. Barnett 1999. Seasonal shoot and needle growth of loblolly pine responds to thinning, fertilization and crown position. Forest Ecology and Management 120: 117-130.
- Valencia, M.S., M.V. Velasco G., M. Gómez C., M. Ruiz M. y M.A. Capó A. 2006. Ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en dos localidades de la Mixteca Alta de Oaxaca, México. Rev. Fitotec. Mex. 29: 27-32.
- Vargas, H.J.J. y A. Muñoz O. 1988. Resistencia a sequía II. Crecimiento y supervivencia en plántulas de cuatro especies de *Pinus*. Agrociencia 72: 197-208.
- Velasco, G.M.V. 2001. Ensayo de 13 procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en dos localidades de la Mixteca Alta, Oaxaca. Tesis profesional. UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 75 p.
- Zobel, B. y J. Talbert. 1992. Técnicas de mejoramiento de árboles forestales. Versión española por Manuel Guzmán O. Primera reimpresión. Editorial LIMUSA. México. 545 p.

Manuscrito recibido el 30 de enero del 2006
Aceptado el 18 de abril del 2008

Este documento se debe citar como:

Rodríguez-Laguna, R., J. Meza-Rangel, J. Vargas-Hernández y J. Jiménez-Pérez. 2009. Variación en la cobertura de suelo en un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. *Madera y Bosques* 15(1):47-59.