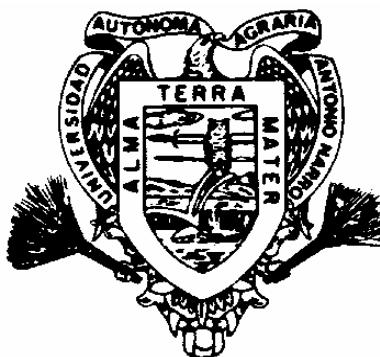


UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



ENSAYO EN VIVERO DE CINCO PROCEDENCIAS DE *Pinus greggii*

Engelm. DE LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA

POR:

JAVIER MENDOZA SANDOVAL

T E S I S

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

ENSAYO EN VIVERO DE CINCO PROCEDENCIAS DE *Pinus greggii* Engelm. DE
LA SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA

TESIS

Que se somete a consideración del H. Comité de Tesis, como requisito parcial para
obtener el título de:

Ingeniero Forestal

PRESENTA:

Javier Mendoza Sandoval

APROBADA

M. C. Salvador Valencia Manzo

Asesor principal

Dr. Eladio. H. Cornejo Oviedo

Dr. Miguel A. Capó Arteaga

Asesor

Asesor

M. C. Arnoldo Oyervides García

Coordinador de la División de Agronomía

Buenvista, Saltillo, Coahuila, México.

Mayo de 2006

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Damián Mendoza García y Tomasa Sandoval Mendoza

Por lograr formar una familia de buenos principios y valores. Por darme la educación y enseñarme a andar en el camino de la verdad y enfrentar con responsabilidad los desafíos personales, además de los incondicionales apoyos que recibí de ellos durante mi vida como estudiante.

A MIS HERMANOS:

Zenón, Teodoro, Ernesto, Victoria, Josefina, Elodia, Omar y Arturo

Son los mejores hermanos, juntos formamos una gran familia basándonos en el amor entre la familia, por los apoyos que recibí de ellos y seguiré recibiendo. Juntos hemos aprendido a enfrentar los diferentes momentos tanto fáciles como difíciles y con el apoyo de todos siempre he salido adelante.

A MI TIA Y SU FAMILIA:

Prisciliana García Pérez

Por el gran apoyo que recibí durante los tres años de mi estancia en la ciudad de Oaxaca, por el gran ejemplo que representan para mi, porque son gente del bien caminar y del bien servir a la sociedad.

AGRADECIMIENTOS

A DIOS: por ser el creador del universo del cual pertenezco y ser “*el camino, la verdad y la vida*”. Quien nos enseña la paz entre la sociedad, el respeto entre los hombres y del hombre a los diferentes recursos naturales, y darnos la felicidad dentro de cada persona y familia.

A mi “ALMA, MATER” Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro: por la oportunidad que me dio para lograr un objetivo personal y los grandes apoyos que de ella recibí como estudiante.

Al M. C. Salvador Valencia Manzo, asesor principal de este trabajo: por los buenos consejos y enseñanzas además de los apoyos que recibí de él, para la realización de este trabajo.

Al Dr. Eladio H. Cornejo Oviedo, al Dr. Miguel A. Capó Arteaga y el M. C. Celestino Flores López por apoyarme a revisar y señalar los puntos a corregir del presente trabajo.

A los compañeros de la carrera de Ingeniero Forestal pertenecientes a la generación C de egresados de la U. A. A. N. Por el compañerismo y amistad que compartí con ellos durante la licenciatura.

Al CECFOR No. 2 (Centro de Educación y Capacitación Forestal No. 2) de Oaxaca, en especial al M. C. Francisco Maldonado Robles, por el apoyo y consejos que compartió conmigo durante mi formación del Nivel Medio Superior como Técnico Forestal.

ÍNDICE DE CONTENIDO

| | Página |
|---|--------|
| ÍNDICE DE CUADROS | ii |
| ÍNDICE DE FIGURA | ii |
| RESUMEN | iii |
| INTRODUCCIÓN | 1 |
| MATERIALES Y MÉTODOS | 6 |
| Producción de planta | 6 |
| Diseño | 8 |
| Variables evaluadas | 8 |
| Análisis estadístico | 10 |
| RESULTADOS Y DISCUSIÓN | 11 |
| Emergencia | 11 |
| Supervivencia | 13 |
| Número de hojas cotiledonares | 14 |
| Altura de hipocótilo | 17 |
| Altura total a los tres y nueve meses de edad | 19 |
| CONCLUSIONES | 22 |
| LITERATURA CITADA | 23 |
| APÉNDICES | 28 |

ÍNDICE DE CUADROS

| | Página |
|--|--------|
| Cuadro 1. Localización geográfica de las cinco procedencias de <i>Pinus greggii</i> Engelm., de la Sierra de Arteaga, Coah. empleadas en un ensayo en vivero | 7 |
| Cuadro 2. Número promedio de hojas cotiledonares de cinco procedencias de <i>Pinus greggii</i> Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coah., empleadas en un ensayo en vivero | 15 |
| Cuadro 3. Valores promedio y agrupación Tukey de altura de hipocótilo, altura total a los tres y a los nueve meses de edad en un ensayo en vivero de cinco procedencia de <i>Pinus greggii</i> Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coah. | 18 |

ÍNDICE DE FIGURA

| | Página |
|--|--------|
| Figura 1. Emergencia de cinco procedencias de <i>Pinus greggii</i> . Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coah. empleadas en un ensayo en vivero en la UAAAN | 12 |

RESUMEN

Con el propósito de conocer diferencias entre cinco procedencias de *Pinus greggii* de la Sierra de Arteaga, Coahuila, se evaluó en vivero las variables emergencia, supervivencia, número de hojas cotiledonares, altura de hipocótilo y altura total a los tres y nueve meses de edad.

El experimento se estableció un en el invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La siembra se realizó el 16 y 17 de septiembre de 2004. El sustrato usado fue una combinación de peat moss (155 lts), perlita (125 lts) y vermiculita (113 lts). Se emplearon contenedores de 60 cavidades cónicas cada uno con una capacidad de 220 ml. Se utilizó un diseño completamente al azar con cinco procedencias como tratamientos, 14 repeticiones y cada contenedor como unidad experimental. Para cada variable se realizó el análisis de varianza y la prueba de Tukey.

Se encontraron diferencias estadísticas entre procedencias, para las variables emergencia a los 18, 19, 20, 22 y 24 días después de la siembra, altura de hipocótilo y altura total a los tres y a los nueve meses de edad. En emergencia a los 24 días El Tarillal fue mayor (93.3%) y Los Lirios fue menor (69.7%). En altura de hipocótilo Sta. Anita presentó mayor valor (2.3 cm) y Pto. Conejos el menor (1.9 cm). En altura total a los tres y nueve meses de edad El Tarillal presentó mayor tamaño (8.8 y 21.6 cm, respectivamente) superando a Pto. Conejos (7.6 y 18.9 cm, respectivamente) y Los Lirios (7.5 y 16.8 cm, respectivamente).

INTRODUCCIÓN

Los bosques de México son de amplia diversidad no sólo a nivel de plantas herbáceas, sino también de muchos arbustos y árboles, se reconocen alrededor de 50 especies del género *Pinus* (Rzedowski, 1991). La biodiversidad está compuesta por los recursos genéticos y para manejarlas efectivamente se tiene que medir sus niveles y patrones de variación. Una gran cantidad de la variación genética reside dentro de las especies, entre y dentro de poblaciones, por lo que son de interés en el manejo de recursos genéticos para determinar la manera en que se exportan y se conservan estos recursos, si las poblaciones son muy diferenciadas, cada una representa un recurso único y se tendrá que mantener más poblaciones en programas de conservación y mejoramiento (Vargas *et al.*, 1997).

Sin embargo, en México existe una fuerte disminución y fragmentación de la superficie forestal, provocada principalmente por el cambio de uso del suelo, lo que ocasiona una pérdida importante de los valiosos recursos genéticos forestales maderables y no maderables con que cuenta el país (Semarnat-Conafor, 2004).

Parte de la problemática sobre la conservación de los recursos genéticos forestales es que numerosas especies nativas enfrentan diferentes niveles de riesgo, de perturbación y que a su vez representan un gran potencial para fines de restauración ecológica y establecimiento de plantaciones comerciales (Semarnat-Conafor, 2004). *Pinus greggii* Engelm. podría considerarse como una de estas especies, ya que aún cuando la Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 no la señala en ningún

status (Semarnat, 2002), es una especie amenazada por factores naturales y antropogénicos por constituir poblaciones reducidas y aisladas entre si (López *et al.*, 1993). Además es una especie con alto potencial para adaptarse en suelos pobres y perturbados (Domínguez *et al.*, 2001). Asimismo, posee resistencia a la sequía (López y Muñoz, 1991) con alto potencial para emplearse en plantaciones en México (Donahue y López, 1996), incluso ya se emplea en plantaciones comerciales en otros países como Sudáfrica, en localidades con baja precipitación donde otras especies de pino no han prosperado (Dvorak y Donahue, 1993; Kietzka *et al.*, 1996).

P. greggii se distribuye sobre la Sierra Madre Oriental en los estados de Coahuila, Nuevo León, San Luis Potosí, Hidalgo, Puebla, Querétaro (Eguiluz, 1978) y Veracruz (Perry, 1991). Es una especie muy precoz, se ha detectado individuos que a los nueve meses de plantación presentan su primera floración; pero lo común es alrededor de los siete años de edad cuando la mayoría de los árboles ya están en producción de semillas y conforme madura el progenitor mejora la calidad de la semilla (López, 1986). La especie posee amplia variación racial por el aislamiento de sus rodales, lo que ha originado la formación de varios grupos en ambas zonas de distribución (Noreste y Centro de México) que se ubican en grupos separados y dentro de estos grupos hay marcadas diferencias, por ejemplo se ha encontrado que las variables ambientales de los sitios no influyen en la longitud del cono, pero si influye en el diámetro del mismo, los sitios del centro presentan mayor producción de semillas abortivas y vanas (López *et al.*, 1993).

La especie se ha separado en dos variedades (Donahue y López, 1999), la variedad *australis* es endémica del centro-este de México con mayor tasa de crecimiento, así como menor resistencia al frío y mayor potencial de producción de semillas en comparación con las poblaciones de la variedad *greggii* que se localiza en el noreste del país (López *et al.*, 1995; Donahue y López, 1999; López *et al.*, 2000; Aldrete y Mexal, 2001).

Su madera se destina a la industria de la celulosa y al aserrío, para la fabricación de muebles, durmientes, vigas, postes para cercas y leña para combustible; también se utiliza como especie ornamental, y en algunas localidades se utiliza como árbol navideño (Eguiluz, 1982).

En un estudio sobre variación de la densidad relativa de la madera de *P. greggii* del norte de México se encontraron diferencias estadísticas entre poblaciones con un promedio general de 0.47 g cm^{-3} y un coeficiente de variación de 7.53% (López y Valencia, 2001). En otros estudios se han encontrado diferencias en características morfológicas y de crecimiento entre las dos regiones de distribución natural (López *et al.*, 1993; Hernández *et al.*, 2001; López *et al.*, 2004).

A partir de estudios isoenzimáticos se ha encontrado que la diversidad genética en *P. greggii* es amplia de una población a otra pero a nivel de especies es menor; en la región noreste se encontró una correlación positiva entre las distancias genéticas y geográficas de las poblaciones (Ramírez *et al.*, 1997; Parraguirre *et al.*, 2002).

Con los ensayos de especies y procedencias es posible encontrar las procedencias más aptas para cada región particular, incrementando con ello la producción, mejorando la calidad de los productos forestales y acortando con ello los ciclos de producción (Chávez, 1994). Los ensayos de procedencias y progenies aportan información valiosa para nuevos esfuerzos de conservación genética. Se han identificado las mejores procedencias de una serie de especies y las organizaciones gubernamentales locales pueden usar esta información para desarrollar rodales semilleros y huertos semilleros para la producción de semilla de uso local (Dvorak y Shaw 1992; Dvorak y Ross 1994; Wright *et al.*, 1995).

En evaluaciones de plantaciones de *Pinus greggii* en el noreste de México se encontró diferencias estadísticas significativas entre familias, en sobrevivencia y número de verticilos pero no para las variables altura y diámetro basal (Godinez, 2005).

Las primeras pruebas de un ensayo de procedencias pueden realizarse en el vivero, donde se obtiene información genética básica para poder realizar una selección temprana (Zobel y Talbert, 1984). También, es necesario generar conocimiento sobre propagación, ecología y genética de poblaciones, mejoramiento genético de especies forestales, particularmente de especies nativas, amenazadas, de importancia ecológica y/o económica (Semarnat-Conafor, 2004).

El objetivo del presente trabajo fue determinar si existen diferencias entre cinco procedencias de *Pinus greggii* de la Sierra de Arteaga, Coah., para las variables emergencia, supervivencia, número de hojas cotiledonares, altura de hipocótilo y altura total, evaluadas en etapa de vivero.

MATERIALES Y MÉTODOS

Producción de planta

El trabajo se realizó en el invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ubicado en Buenavista, Saltillo, Coahuila. La temperatura promedio del invernadero se ajustó a 18°C durante la noche y 25°C durante el día y el contenido de humedad está entre 80 y 90%. El experimento se ubicó dentro del invernadero en la parte norte con 3 m de separación de la pared húmeda.

La preparación de sustrato y llenado de contenedores se realizó en el mes de septiembre de 2004. El sustrato que se utilizó es una combinación de peat moss, perlita y vermiculita, la cantidad de 155, 125 y 113 litros, respectivamente, agregando 500 g de osmocote (fertilizante). Al preparar la mezcla se le agregó agua para humedecerla con la finalidad de reblandecer el sustrato y facilitar el llenado a los contenedores.

El tipo de contenedores que se utilizó es “cooper block” de 60 cm de largo, 35 cm de ancho y 12 cm de alto; con 60 cavidades, cada una con una capacidad de 220 ml. El uso de este material permite un mejor acomodo y la identificación de los mismos, así como asegurar un buen sistema radicular y mejor calidad de las plántulas (Capó, 2001). La siembra se realizó los días 16 y 17 de septiembre de 2004, de forma manual depositando en cada cavidad una semilla a una profundidad de 1 cm

cubriéndola con el mismo sustrato. De las 60 cavidades sólo se sembró en 50 de ellas. Se utilizó semilla de cinco procedencias (Cuadro 1) proporcionada por personal del Programa Forestal del Colegio de Postgraduados de México y por la Cooperativa de Recursos de Coníferas de Centro América y México (CAMCORE).

Cuadro 1. Localización geográfica de las cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm., de la Sierra de Arteaga, Coah. empleadas en un ensayo en vivero.

| Procedencia | Latitud (Norte) | Longitud (Oeste) | Altitud (msnm) |
|---------------------|--------------------|---------------------|-------------------|
| Pto. Conejo, Coah. | 25° 29' | 100° 35' | 2520 |
| Sta. Anita, Coah. | 25° 27' | 100° 34' | 2560 |
| El Tarillal, Coah.* | 25° 27' | 100° 31' | 2500 |
| Los Lirios, Coah. | 25° 23' | 100° 30' | 2420 |
| Jamé, Coah. | 25° 21' | 100° 35' | 2552 |

(Curiel, 2005).

*Datos tomados en la carta topográfica del INEGI 1992 con clave G14C35. San Antonio de las Alazanas, Coah. Esc. 1:50000

Con el propósito de evitar el posible ataque de hongos a las plántulas, principalmente el “mal de almacigo” (damping-off), se les aplicó fungicida (captán) a una proporción de 1.5 gramos en 7.6 litros de agua (0.197 g/litro); en las fechas: 4 y 24 de noviembre, 7 y 21 de diciembre de 2004; 12 de enero y 19 febrero de 2005. El riego se aplicó cada tercer día.

Diseño

Se utilizó el diseño completamente al azar con cinco tratamientos (procedencias), 14 repeticiones (contenedores) con un total de 70 unidades experimentales.

Los datos se analizaron bajo el siguiente modelo estadístico:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde Y_{ij} es la observación j -ésima correspondiente al i -ésimo tratamiento; μ es un parámetro común para todos los tratamientos, llamado *media general* del experimento; P_i es el efecto del i -ésimo procedencia; y ε_{ij} es el componente del error experimental.

VARIABLES EVALUADAS

Se evaluaron las siguientes cinco características: emergencia, número de hojas cotiledonares, altura de hipocotilo, altura total y supervivencia. Enseguida se describe cada una de ellas.

a) Emergencia

La emergencia se obtuvo al contar el número de plántulas emergidas en cada contenedor. Se consideró emergida cuando la plántula mostró el hipocótilo en forma de candado. Esta variable se empezó a evaluar a los 14 días después de la siembra que fue cuando se observó las primeras plántulas emergidas, hasta los 24 días cuando se regularizó la emergencia en todas las familias representativas de cada procedencia. Los datos se utilizaron para determinar el porcentaje de emergencia

para cada procedencia, la energía germinativa que es el porcentaje de germinación en el punto en que la tasa de germinación se vuelva apreciablemente más lenta y la capacidad germinativa que es el porcentaje total acumulativo de germinación a lo largo de un periodo (Daniel *et al.*, 1982).

b) Hojas cotiledonares

Una vez que la germinación se estabilizó se contaron todas las hojas cotiledonares de las plántulas en cada una de las unidades experimentales.

c) Altura de hipocótilo y altura total

La altura del hipocótilo se midió con una regla de 30 cm graduada con aproximación a milímetro desde la superficie del sustrato hasta la base de las hojas cotiledonares, y la altura total desde la superficie del sustrato hasta donde termina la última hoja primaria. Se hizo en dos fechas, a los tres meses (10 y 11 de enero de 2005) y a los nueve meses (8 y 9 de junio de 2005).

d) Supervivencia

Se contabilizó el número de plántulas de cada contenedor (unidad experimental) a los ocho meses de edad (20 de mayo de 2005), y luego se calculó el porcentaje de supervivencia para cada procedencia de la siguiente manera:

$$\text{Porcentaje de supervivencia} = \frac{\text{número de plántulas vivas}}{\text{número de plántulas emergidas}} (100)$$

Análisis estadístico

Con la finalidad de determinar si existen o no diferencias estadísticas entre procedencias con los datos obtenidos se hizo un análisis de varianza empleando el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 8.0. Cuando se observaron diferencias estadísticas se hizo la comparación de medias por el procedimiento de Tukey.

En las unidades experimentales de cada procedencia evaluadas se obtuvo la media, la cual se utilizó para los análisis. Las variables emergencia y supervivencia se transformaron a valores angulares antes de hacer el análisis de varianza y la comparación de medias por el procedimiento Tukey, con la siguiente fórmula:

Variable transformada = Arco sen $\sqrt{(\text{porcentaje de la variable})/100}$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

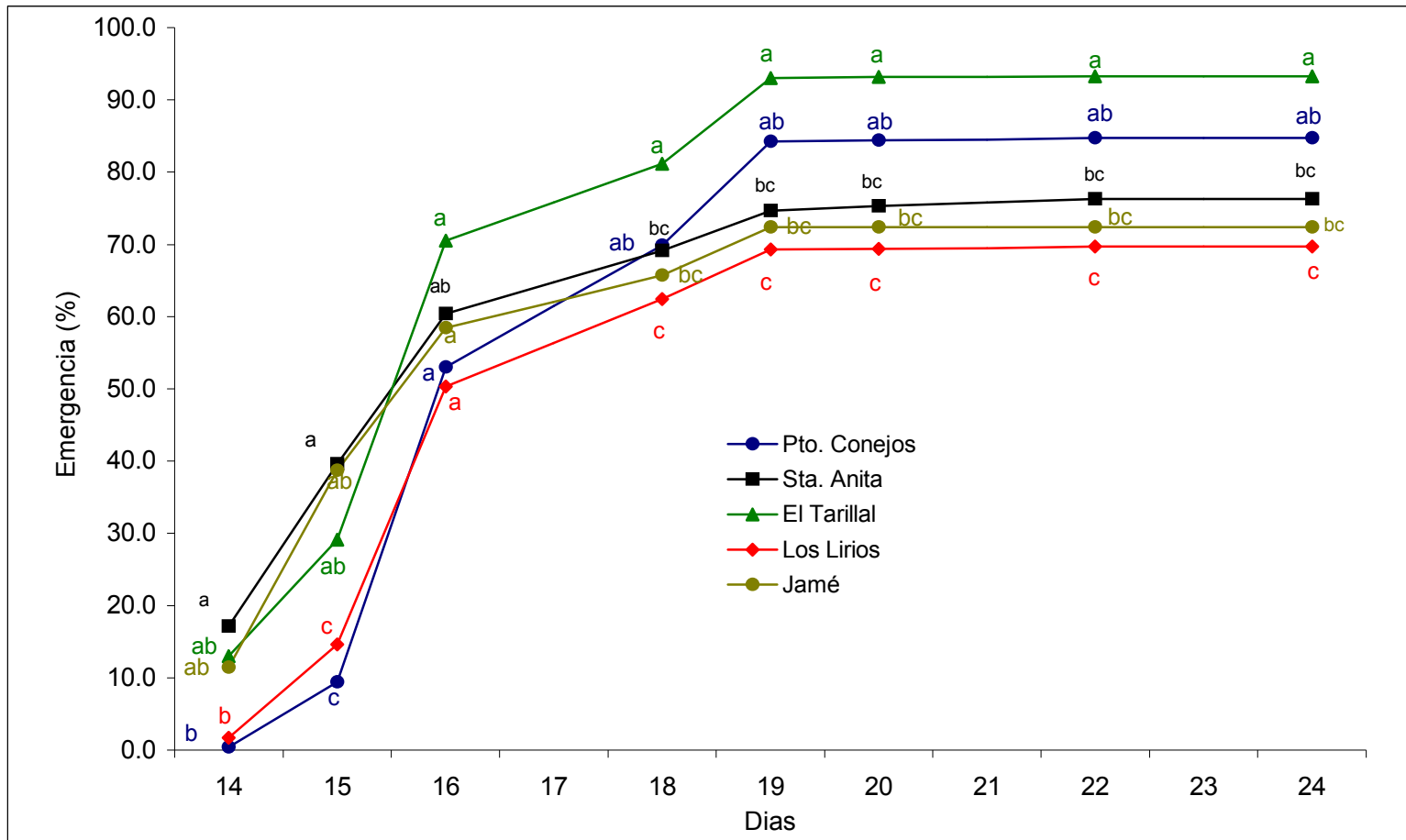
Emergencia

Al realizar el análisis de varianza para cada fecha evaluada durante la emergencia se encontraron diferencias estadísticas entre procedencias, para las primeras dos arrojó valores muy altos en el coeficiente de variación (77.6 y 30.4%) por lo que se consideró que no son confiables los análisis para ambas fechas (Apéndices 3, 4, 5 y 6).

En las cinco procedencias la emergencia empezó a los 14 días después de la siembra. Alcanzando la energía germinativa a los 19 días después de la siembra y la capacidad germinativa a los 24 días (Figura 1), de acuerdo con Daniel *et al.* (1982).

Sta. Anita presentó una media mayor de 17.43%, mientras que Pto. Conejos obtuvo la media menor (0.4%). A los 24 días ya no se observaron más plántulas emergidas por lo que en las cinco procedencias duró 10 días el periodo de emergencia. La procedencia de El Tarillal alcanzó la media máxima en emergencia, mientras que Los Lirios presentó la media menor.

La prueba de comparación de medias de Tukey a los 18 días encontró que la diferencia fue entre El Tarillal con el valor más alto y Los Lirios con el valor más bajo (Figura 1).



Las letras diferentes indican diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre procedencias para cada una de las fechas evaluadas

Figura 1. Emergencia de cinco procedencias de *Pinus greggii*. Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coah., empleadas en un ensayo en vivero en la UAAAN.

De los 19 a 24 días la procedencia de El Tarillal fue mejor registrando mayor emergencia y diferente a Sta. Anita, Jamé y Los Lirios, esta última fue diferente a la procedencia de Pto. Conejos (Figura 1).

En un estudio de conos, semillas y plántulas de *Pinus greggii* de una población de Veracruz, la emergencia empezó a los 12 días después de la siembra con semilla previamente escarificada (Morante *et al.*, 2005). En *Pinus cembroides* se ha encontrado que la emergencia inicia a los 14 días después de la siembra (Manzano, 1993). Por lo que los resultados del inicio de emergencia del presente trabajo son semejantes a lo ya reportado por otros autores.

Con lo anterior se puede apreciar que con un buen tratamiento a la semilla es posible lograr la emergencia en menor tiempo, en cambio al no tratar la semilla puede que la emergencia ocurra en más tiempo como lo demuestran los resultados obtenidos en un estudio sobre variación morfológica de plántulas en influencia del pH del agua de riego en doce poblaciones de *Pinus greggii*, la emergencia comenzó a los 29 días después de la siembra para la procedencia de Jamé y Pto. Conejos empezó a los 36 días.

Supervivencia

No se encontró diferencias estadísticas entre las procedencias (Apéndice 7). La supervivencia a los ocho meses de edad fue muy alta, la procedencia de El Tarillal presentó el mayor valor con 96.6%, seguido por la de Los Lirios con 96.5%, Sta.

Anita con 96.0%, Pto. Conejos con 93.6% y el menor porcentaje fue para la procedencia de Jamé con el 88.8%.

En un estudio sobre la variación morfológica de plántulas de doce procedencias de *P. greggii* incluyendo las procedencias de Pto. Conejos, Sta. Anita, Los Lirios y Jamé, evaluado los 16 meses después de la siembra, la supervivencia no se encontraron diferencias estadísticas para la supervivencia entre las cuatro procedencias con valores de 83.4, 87.4, 87.8 y 88.8%, respectivamente (López *et al.*, 2000).

En otro estudio donde se evaluó un ensayo de *P. greggii* de seis años de edad establecido en Huachinango, Puebla, para determinar diferencias en supervivencia con 60 familias correspondientes a seis procedencias entre las cuales se encuentran Pto. Conejos, Sta. Anita, Los Lirios y Jamé; no se encontró diferencias estadísticas entre las cuatro procedencias con valores de 61.0, 71.0, 50.2 y 65.3%, respectivamente (López *et al.*, 2004).

Número de hojas cotiledonares

En el análisis de varianza no se encontró diferencias estadísticas significativas ($p=0.23$) entre procedencias. Se obtuvo una media general de 6 hojas, con un coeficiente de variación de 5.8%. La procedencia Sta. Anita presentó el mayor valor promedio de 6.2 hojas y Pto. Conejos el menor valor promedio de 5.9 hojas cotiledonares (Cuadro 2),

Cuadro 2. Número promedio de hojas cotiledonares de cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coah., empleadas en una ensayo en vivero.

| Procedencia | Número de hojas cotiledonares (promedio) |
|---------------------|--|
| Pto. Conejos, Coah. | 5.9 |
| Jamé, Coah. | 5.9 |
| Los Lirios, Coah. | 6.1 |
| Sta. Anita, Coah. | 6.2 |
| El Tarillal, Coah. | 5.9 |
| Promedio general | 6 |

Estos resultados podrían atribuirse a que en *Pinus greggii* con poblaciones cercanas entre si es difícil encontrar diferencias para esta variable. En cambio, en la misma especie con poblaciones distantes se han encontrado diferencias estadísticas significativas.

En un trabajo sobre fisiología y morfología de plántulas de diez procedencias de *Pinus greggii* en invernadero para número de hojas cotiledonares determinaron tres grupos: en el primero se encuentran las procedencias de El Tarillal, N. L. y Jamé, Coah. Junto con otras procedencias tanto del Noreste y Centro de México con un rango de 5.9 a 6.0 hojas cotiledonares, mismas que fueron estadísticamente iguales entre si y diferentes a las procedencias del grupo tres donde se encuentran las de Molando, Hgo. y Los Lirios, Coah., con los valores más bajos, 5.3 y 5.1 hojas, respectivamente (Chávez, 1994).

En un estudio de *Pinus ayacahuite* se presentaron diferencias altamente significativas usando poblaciones de los estados de Chihuahua y Nuevo León, y se tomaron datos de plántulas germinadas de 80 semillas sembradas (García y Capó, 1989). Sin embargo, en otras especies de *Pinus* aún cuando se han probado poblaciones no tan cercanas de *Pinus cembroides* Zucc., no se han encontrado diferencias estadísticas (Capó y García, 1989).

En otro estudio sobre variación morfológica en acículas, conos y plántulas en distintas procedencias de *Pinus cembroides* para el número de hojas cotiledonares no hubo diferencias estadística significativas entre procedencias (Muñoz, 1995), lo cual indica que para dicha variable son muy similares los factores ambientales en las poblaciones o tal vez no existe una gran variación genética para esta característica.

La procedencia Los Lirios no presentó diferencias al resto de las procedencias, contrario a lo encontrado por Chávez (1994), donde la misma procedencia presentó una media de 5.1 hojas cotiledonares y resultó ser diferente estadísticamente al resto de las procedencias probadas, esto probablemente puede deberse a la forma de muestreo que se utilizó para elegir los árboles para la colecta, ya que podría haber diferencias entre árboles como en el estudio de progenie en *Pinus johannis* M. F. Robert. donde se encontraron diferencias estadísticas significativas entre árboles para esta variable (Aguilar, 1998).

La forma de los cotiledones de las plántulas es importante por exhibir caracteres propios en algunas familias y especies de latifoliadas, lo cual puede servir para

identificar *taxa* de algunos géneros, por ser una variable que se trasmite de una generación a otra (Ricardi, 1996).

Además los cotiledones constituyen los primeros órganos fotosintetizadores hasta que el hipocótilo forma las hojas primarias (Daniel *et al.*, 1982). La apariencia de las plántulas de *Pinus* durante las primeras etapas de su desarrollo varía entre las especies y contrasta enormemente con los individuos adultos de su misma especie, este contraste se debe en gran parte a las diferencias entre los cotiledones y las hojas primarias (Niembro, 1986).

Altura de hipocótilo

En el análisis de varianza se encontró diferencia altamente significativa ($p=0.006$), con un coeficiente de variación de 12.1% (Apéndice 8). El valor promedio fue de 2.1 cm. Al realizar la prueba de comparación de medias de Tukey mostró a las procedencias Sta. Anita y Los Lirios ser iguales entre si, con mayor media (2.3 y 2.2 cm respectivamente), pero diferentes a la procedencia de Pto. Conejos con el menor valor (1.9 cm) (Cuadro 3).

El hipocótilo es una variable importante a considerar al momento de realizar estudios morfológicos de procedencias de diferentes especies que conforman el género *Pinus*; se debe tener presente que el tamaño de las semillas podría determinar el tamaño del hipocotilo y solamente ser una variable que depende del factor ambiental.

Cuadro 3. Valores promedio y agrupación Tukey de altura de hipocótilo, altura total a los tres y a los nueve meses de edad en un ensayo en vivero de cinco procedencia de *Pinus greggii* Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coah.

| Procedencia | Altura de hipocotilo (cm) | Altura total a los tres meses de edad (cm) | Altura total a los nueve meses de edad (cm) |
|---------------------|---------------------------|--|---|
| Pto. Conejos, Coah. | 1.87 b | 7.58 b | 18.87 ab |
| Jamé, Coah. | 1.98 ab | 8.29 ab | 19.33 ab |
| Los Lirios, Coah. | 2.28 a | 7.52 b | 16.77 b |
| Sta. Anita, Coah. | 2.35 a | 8.42 ab | 17.92 ab |
| El Tarillal, Coah. | 2.22 ab | 8.80 a | 21.59 a |
| Promedio | 2.14 | 8.12 | 18.89 |
| Diferencia mínima | 0.40 | 1.05 | 4.10 |

Las letras diferentes indican diferencias significativas ($\alpha=0.05$)

En un estudio en invernadero sobre fisiología y morfología de plántulas de diez procedencias del Norte y Centro de México de *Pinus greggii*, se encontraron diferencias altamente significativas ($p=0.0001$) en altura de hipocótilo, en donde las procedencias de El Tarillal y Los Lirios fueron iguales estadísticamente pero diferentes a Jamé que presentó el menor valor (Chávez, 1994).

En otros estudios también se ha encontrado diferencias significativas entre procedencias para altura de hipocótilo Capó y García (1989) lo reportan para *P. ayacahuite*, y Muñoz (1995) para *P. cembroides*. Para esta variable es posible

encontrar diferencias incluso entre árboles de la misma especie como es el caso de *Pinus johannis*, donde hubo diferencias para longitud de hipocótilo en plántulas a tres y seis meses de edad (Aguilar, 1998).

Altura total a los tres y nueve meses de edad

Se encontró diferencias altamente significativa ($p=0.005$) entre procedencias en altura total a los tres meses (Apéndice 9), con una media de 8.1 cm,. El Tarillal resultó ser mayor con 8.8 cm y diferente a las procedencias de Pto. Conejos y Los Lirios que resultaron los de menor valor (7.6 y 7.5 cm, respectivamente) (Cuadro 3).

En la altura total a los nueve meses también hubo diferencias ($p=0.03$) entre procedencias (Apéndice 10). La media fue de 18.9 cm, la procedencia El Tarillal presentó mayor altura (21.6 cm) y diferente a la procedencia de Los Lirios que presentó la media menor (16.8 cm) (Cuadro 3). Si estos porcentajes de diferencia se mantienen en edad adulta se podría obtener mayores ganancias por altura al seleccionar la mejor procedencia.

En un estudio realizado en invernadero donde se evaluó la altura total de plántulas de diez procedencias de *P. greggii*, no se encontró diferencias estadísticas entre las procedencias de El Tarillal, Jamé y Los Lirios con valores de 7.5, 6.5 y 6.1 cm, respectivamente, lo cual indica semejanza con los resultados del presente trabajo.

Para altura total se puede encontrar diferencias estadísticas entre procedencias en otras especies de coníferas a edad temprana como en *Pinus cembroides* y *P. ayacahuite* a los 10 meses de edad (Capó y García, 1989). Inclusive se ha encontrado diferencias entre árboles como en *Pinus johannis* a tres y seis meses de edad, en una prueba de progenie (Aguilar, 1998).

En otro trabajo sobre variación morfológica de plántulas en doce poblaciones de *Pinus greggii*, el análisis de varianza indicó variación significativa entre y dentro de poblaciones, en edades de ocho y 16 meses, manifestando la separación de grupos, los del norte con valores menores respecto al grupo del sur, en dicho trabajo se encontraron valores promedio a los ocho meses de 8.8 cm en la procedencia de Jamé, para Sta. Anita 8.7, Los Lirios con 8.5 y para Pto. Conejos 8.4 cm, sin diferencias entre estas poblaciones; a los 16 meses de edad se encontró que Jamé fue mayor (14.7 cm) y diferente a Pto. Conejos con 13.3 y Sta. Anita con 14.0 cm, ésta última mostró diferencia con Los Lirios (13.1 cm) (López *et al.*, 2000).

Es probable que en plantaciones con estas procedencias fuera de su distribución natural se pueda mantener la misma tendencia en cuanto a altura como lo demuestra un estudio a los seis años de edad sobre variación en crecimiento de diferentes poblaciones de las dos variedades de *Pinus greggii* en una plantación establecida en el Estado de Puebla, los resultados muestran a la procedencia de Pto. Conejos con 3.90 , Jamé 3.89 , Sta. Anita con 3.70 y Los Lirios con el menor valor de 3.35 m de altura, sin diferencias estadísticas entre las cuatro procedencias (López *et al.*, 2004).

En una evaluación a 2.5 años de edad de plantaciones establecidas la Mixteca Alta de Oaxaca los resultados muestran la misma tendencia entre las cuatro procedencias (Valencia *et al.*, 2006), lo que significa que en diferentes sitios fuera de las poblaciones la respuesta en altura es muy similar para esta variable. Cabe mencionar que en ambas evaluaciones no se incluyó la procedencia de El Tarillal que pudo haber tenido los máximos valores con respecto a las cuatro procedencias mencionadas.

CONCLUSIONES

1. En la etapa de vivero, los ensayos de procedencias pueden arrojar diferencias estadísticas entre procedencias de *Pinus greggii* en emergencia, altura de hipocótilo y altura total en edad temprana, por lo que es posible la selección genética, además en supervivencia en las cinco procedencias fue muy alta.
2. La procedencia El Tarillal destaca en emergencia, supervivencia y altura total, por lo que es importante considerarla como una procedencia con potencial para plantaciones e incluirla en trabajos de investigación y conservación, así como en programas manejo de recursos genéticos forestales.

LITERATURA CITADA

- Alba L J, L Mendizábal H, A Aparicio R (1998)** Respuesta de un ensayo de procedencias/progenies de *Pinus greggii* Engelm. en Coatepec, Veracruz, México. Foresta Veracruzana. 1: 25-28.
- Aldrete A, Mexal J G (2001)** Variación fenológica y resistencia al frío en plántulas de nueve procedencias de *Pinus greggii* Engelm. En Resúmenes del V Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Guadalajara, Jalisco, México. 449 p.
- Capó A M A (2001)** Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. Dpto. Forestal. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 207 p.
- Chávez R R (1994)** Fisiología y morfología de plántulas en diez procedencias de *Pinus greggii*. Tesis profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 66 p.
- CONAFOR (2004)** Programa Nacional para el Manejo de los Recursos Genéticos Forestales. Zapopan, Jalisco, México. 35 p.
- Daniel T W, J A Helms, F S Baker (1982)** Principios de silvicultura. McGraw - Hill. México. 492 p.
- Domínguez C P A, J J Návar C, J A Loera O (2001)** Comparación del rendimiento de pinos en la reforestación de sitios marginales en Nuevo León. Madera y Bosques 7(1): 27 - 35.
- Donahue J K, J López U (1996)** Geographic in leaf, cone and seed morphology of *Pinus greggii* in native forests. Forest Ecol. Manage. 82:145 – 157.

- Donahue J K, J López U (1999)** A new variety of *Pinus greggii* (pinaceae) in México. Sida 18(4): 1083-1093.
- Dvorak W S, J K Donahue (1993)** Reseña de investigaciones de la cooperativa CAMCORE 1980-1992. CAMCORE. Raleigh, NC, USA. 94 p.
- Dvorak W S and K D Ross (1994)** Three-year growth and stability of Honduran provenances and families of *Pinus tecunumanii*. For. Ecol. & Mgmt. 63: 1-11.
- Dvorak W S and E A Shaw (1992)** Five year results for growth and stem form of *Pinus tecunumanii* in Brazil, Colombia and South Africa. CAMCORE Bulletin on Tropical Forestry, No. 10. College of Forest Resources, North Carolina State University. 22 p.
- Eguiluz P T (1978)** Ensayo de integración de los conocimientos sobre el genero Pinus en México. Tesis profesional. U.A.Ch. Chapingo, México. 623 p.
- Eguiluz P T (1982)** Clima y distribución del genero *Pinus* en México. Ciencia Forestal. 38 (7): 31- 44.
- García M A, M A Capó A (1989)** Variación morfológica y fisiológica entre especies y procedencias de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* Zucc., *Pinus maximartinezii* Rzedowski y de *Pinus ayacahuite* Erhen. En semillas y plántulas durante el primer año de crecimiento. Memoria del III Simposio Nacional sobre pinos piñoneros. UAAAN – INIFAP. Buenavista, Saltillo, Coah. Méx. 173 p.
- Godinez R J (2005)** Procedencia y progenies de *Pinus greggii* Engelm., en el Ejido 18 de Marzo, Galeana N. L. Tesis profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 23 p.

- Hernández B E (2005)** Ensayo de nueve procedencias de *Pinus greggii* Engelm., en el Ejido 18 de Marzo, Galeana N. L. Tesis profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 53 p.
- Hernández P C, J Vargas H, C Ramírez H, A Muñoz O (2001)** Variación geográfica en la respuesta a la sequía de plántulas de *Pinus greggii* Engelm. Ciencia Forestal en México. 26 (89): 61 - 79.
- Hines W W, D C Montgomery (1996)** Probabilidad y estadística para ingeniería y administración. 2ª edición en español. Ed. Continental. México. 834 p.
- Kietzka J E, N P Denison, W S Dvorak (1996)** *Pinus greggii* a promising new species for South Africa. In Tree Improvement For Sustainable Tropical Forestry Proc. QFRI –IUFRO Conf., Caloundra, Queensland, Australia. pp: 42-45.
- López U J (1986)** Características de la progenie de plantaciones jóvenes de *Pinus greggii* Engelm. Tesis profesional. U.A.Ch. Chapingo, México. 71 p.
- López U J, J K Donahue (1995)** Seed production of *Pinus greggii* Engelm. in natural stands in México. Tree Planters' Notes 46 (3): 86-92.
- López U J, A J Mendoza H, J Jasso M, J J Vargas H, A Gómez G (2000)** Variación morfológica de plántulas e influencia del pH del agua de riego en doce poblaciones de *Pinus greggii* Engelm. Madera y Bosques 6(78): 81-94.
- López U J, J Jasso M, J J Vargas H, J C Ayala S (1993)** Variación de características morfológicas en conos y semillas de *Pinus greggii*. Agrociencia serie Rec. Nat. Ren. 3 (1): 81 - 95.

- López U J, A Muñoz O (1991)** Selección familiar por tolerancia a sequía en *Pinus greggii* Engelm. I: Evaluación en plántula. Agrociencia serie Fitotecnia. 2 (2): 111 - 123.
- López U J, C Ramírez H, O Plascencia E, J Jasso M (2004)** Variación en crecimiento de diferentes poblaciones de las dos variedades de *Pinus greggii*. Agrociencia. (30): 457 - 464.
- López L M, S Valencia M (2001)** Variación de la densidad de la madera de *Pinus greggii* Engelm. del norte de México. Madera y Bosques. 7(1): 37-46.
- Manzano C M G F (1993)** Ensayo regional de procedencias de *Pinus cembroides* Zucc. En las etapas de semillero y vivero. Tesis profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah. México.
- Morante C J, J Alba L, L del C Mendizábal H (2005)** Estudio de conos, semillas y plántulas de *Pinus greggii* Engelm, de una población del Estado de Veracruz, México. Foresta Veracruzana 7(2): 23-31.
- Muñoz C E (1995)** Variación morfológica en acículas, conos y plántulas en distintas procedencias de *Pinus cembroides* Zucc. Tesis profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah., México. 41 p.
- Niembro R A (1986)** Mecanismos de reproducción sexual en pinos. Limusa. Mexico. 130 p.
- Perry J P Jr. (1991)** The pines of México and Central América. Timber press. Portland, Oregon. USA. 231 p.
- Parraguirre L C, J J Vargas H, S Azpiroz R, P Ramírez V, J Jasso M (2002)** Estructura de la diversidad genética en poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. Rev. Fitotec. Mex. 25 (3): 276 - 287.

Ramírez H C, J J Vargas H, J J Jasso M, G Carrillo C, H Guillen A (1997)

Variación izoenzimática de diez poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. *Agrociencia* 31: 223 - 230.

Ricardi M (1996) Morfología de los cotiledones de plántulas de algunas familias o

géneros presentes en Venezuela como fuente de caracteres para su determinación. *Plántula* 1(1): 1-1.

Rzedowski J (1991) Diversidad y orígenes de la flora fanerogámica de México. *Acta*

Botánica Mexicana. 14:3-21.

SEMARNAT (2002) Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, Protección

ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. *Diario Oficial de la Federación*. Segunda sección. México D. F. 153 p.

Valencia M S, M V Velasco G, M Gómez C, M Ruiz M, 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(1):27-32.

Vargas H J J, B Bermejo V, Ledig T F (1997) Manejo de recursos genéticos

forestales. Colegio de Postgraduados y U.A.Ch. México. 252 p.

Wright J A, L F Osorio and W S Dvorak (1995) Recent developments in a tree

breeding program with *Pinus patula* in Colombia. *For. Ecol. & Mgmt.* 72: 229-234.

Zobel y Tazlbert J (1998) Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales.

Limusa. México. 545 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Datos promedios reales y transformados en porcentaje de emergencia de los 14 a los 18 días después de la siembra de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| Procedencia | Días | | | | | | | |
|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | 14 | | 15 | | 16 | | 18 | |
| | Reales | Transf. | Reales | Transf. | Reales | Transf. | Reales | Transf. |
| Pto. Conejos | 0.43 | 1.98 b | 9.43 | 17.42 c | 53.00 | 46.75 a | 69.86 | 56.87 ab |
| Sta. Anita | 17.14 | 22.04 a | 39.57 | 38.57 a | 60.43 | 51.15 ab | 69.14 | 56.42 bc |
| Tarillal | 13.00 | 16.68 ab | 29.14 | 31.46 ab | 70.57 | 58.12 a | 81.14 | 65.53 a |
| Los Lirios | 1.714 | 6.89 b | 14.57 | 22.16 c | 50.29 | 45.14 a | 62.43 | 52.34 a |
| Jamé | 11.43 | 17.68 ab | 38.71 | 38.21 ab | 58.43 | 50.06 a | 65.71 | 54.51 a |

Las letras diferentes indican diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre procedencias.

Apéndice 2. Datos promedios reales y transformados en porcentaje de emergencia de los 19 a los 24 días después de la siembra de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| Procedencia | Días | | | | | | | |
|--------------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|--------|----------|
| | 19 | | 20 | | 22 | | 24 | |
| | Reales | Transf. | Reales | Transf. | Reales | Transf. | Reales | Transf. |
| Pto. Conejos | 84.29 | 66.80 ab | 84.43 | 67.21 ab | 84.71 | 67.31 ab | 84.71 | 67.31 ab |
| Sta. Anita | 74.71 | 59.99 bc | 75.29 | 60.35 bc | 76.29 | 61.03 bc | 75.86 | 60.94 bc |
| Tarillal | 93.00 | 75.08 a | 93.14 | 75.26 a | 93.29 | 75.41 a | 93.29 | 75.41 a |
| Los Lirios | 69.29 | 56.59 c | 69.43 | 56.68 c | 69.71 | 56.85 c | 69.71 | 56.85 c |
| Jamé | 72.43 | 58.71 bc | 72.00 | 58.71 bc | 71.86 | 58.89 bc | 71.43 | 58.98 bc |

Las letras diferentes indican diferencias estadísticas ($\alpha=0.05$) entre procedencias.

Apéndice 3. Análisis de Varianza para la variable de emergencia de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| F. V. | g. l. | Día 14 | | | Día 15 | | |
|----------------|-------|----------|-------|----------------|----------|-------|--------|
| | | C. M. | F. c. | Pr.>F | C. M. | F. c. | Pr.>F |
| Procedencia | 4 | 482.7865 | 4.70 | 0.0046 | 633.4034 | 7.85 | 0.0002 |
| Error | 30 | 102.6782 | | | 80.7294 | | |
| Total | 34 | | | | | | |
| C. V. = 77.62% | | | | C. V. = 30.39% | | | |

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 4. Análisis de Varianza para la variable de emergencia de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| F. V. | g. l. | Día 16 | | | Día 18 | | |
|---------------|-------|----------|-------|----------------|----------|-------|--------|
| | | C. M. | F. c. | Pr.>F | C. M. | F. c. | Pr.>F |
| Procedencia | 4 | 177.1535 | 2.13 | 0.1019 | 175.0620 | 2.91 | 0.0381 |
| Error | 30 | 83.2671 | | | 60.2140 | | |
| Total | 34 | | | | | | |
| C. V. = 9.13% | | | | C. V. = 13.57% | | | |

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 5. Análisis de Varianza para la variable de emergencia de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| F. V. | g. l. | Día 19 | | | Día 20 | | |
|---------------|-------|----------|-------|---------------|---------|-------|--------|
| | | C. M. | F. c. | Pr.>F | C. M. | F. c. | Pr.>F |
| Procedencia | 4 | 395.8640 | 10.63 | <.0001 | 403.425 | 11.23 | <.0001 |
| Error | 30 | 37.2456 | | | 35.9262 | | |
| Total | 34 | | | | | | |
| C. V. = 9.60% | | | | C. V. = 9.42% | | | |

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 6. Análisis de Varianza para la variable de emergencia de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| F. V. | g. l. | Día 22 | | | Día 24 | | |
|---------------|-------|----------|-------|---------------|----------|-------|--------|
| | | C. M. | F. c. | Pr.>F | C. M. | F. c. | Pr.>F |
| Procedencia | 4 | 402.1780 | 11.47 | <.0001 | 409.9494 | 11.21 | <.0001 |
| Error | 30 | 35.0518 | | | 35.6291 | | |
| Total | 34 | | | | | | |
| C. V. = 9.27% | | | | C. V. = 9.36% | | | |

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 7. Análisis de varianza para la variable supervivencia de cinco procedencias de *Pinus greggii*.

| F. V. | g. l. | C. M. | Fc. | Pr.>F |
|-------------|-------|----------|------|--------|
| Procedencia | 4 | 118.0615 | 1.90 | 0.1363 |
| Error | 30 | 62.1278 | | |
| Total | 34 | | | |

C. V. = 10.07%

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 8. Análisis de varianza para la variable altura de hipocótilo de cinco procedencias de *Pinus greggii*

| F. V. | g. l. | C. M. | Fc. | Pr.>F |
|-------------|-------|--------|------|--------|
| Procedencia | 4 | 0.2943 | 4.40 | 0.0064 |
| Error | 30 | 0.0669 | | |
| Total | 34 | | | |

C. V. = 12.08%

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 9. Análisis de varianza para la variable altura total a los tres meses de edad de cinco procedencias de *Pinus greggii*

| F. V. | g. l. | C. M. | Fc. | Pr.>F |
|-------------|-------|--------|------|--------|
| Procedencia | 4 | 2.1368 | 4.68 | 0.0047 |
| Error | 30 | 0.4569 | | |
| Total | 34 | | | |

C. V. = 8.32%

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.

Apéndice 10. Análisis de varianza para la variable altura total a los nueve meses de edad de cinco procedencias de *Pinus greggii*

| F. V. | g. l. | C. M. | Fc. | Pr.>F |
|-------------|-------|---------|------|--------|
| Procedencia | 4 | 22.5850 | 3.22 | 0.0258 |
| Error | 30 | 7.0054 | | |
| Total | 34 | | | |

C. V. = 14.0%

F. V. = fuentes de variación; g. l. = grados de libertad; C. M. = Cuadrado medio; F. c. = F. calculada; Pr.>F = probabilidad mayor de F. y C. V = coeficiente de variación.