

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA**

**ANTONIO NARRO**

**DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Evaluación de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres localidades del noreste de México a cinco años de su plantación**

**TESIS**

**PRESENTADO POR:**

**EDDY DEL JESUS AKE CASTILLO**

**Presentada como requisito parcial para obtener el título de:**

**INGENIERO FORESTAL**

*Buenavista, Saltillo, Coahuila, Octubre de 2010*

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Agronomía

Departamento Forestal

**Evaluación de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres localidades del noreste de México a cinco años de su plantación.**

Por:

**EDDY DEL JESUS AKE CASTILLO**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA**

  
Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga  
Asesor principal

  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo  
Coordinador de la división de  
Agronomía

  
Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México, Octubre 2010

Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro

División de Agronomía

Departamento Forestal

**Evaluación de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres localidades del noreste de México a cinco años de su plantación.**

Por:

**EDDY DEL JESUS AKE CASTILLO**

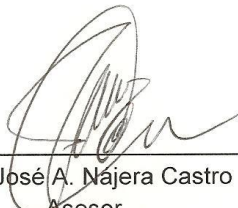
TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA**

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga  
Asesor principal

  
\_\_\_\_\_  
M.C. José A. Najera Castro  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
Ing. Sergio Braham Sabag  
Asesor

  
\_\_\_\_\_  
M.C. Jorge D. Flores Flores  
Suplente

Saltillo, Coahuila, México, Octubre 2010

## DEDICATORIA

### **A mis hermanitas:**

#### **Yuliana Noeli Ake Castillo.**

Gracias por el apoyo incondicional que me has dado por ser un gran ejemplo para mí, por ser mi motivación para salir adelante, por los buenos momentos de convivencia durante toda nuestra vida, por eso y más gracias te quiero “chaparra” y por tener un nuevo motivo para salir adelante en nuestras vidas.

#### **Julia Fernanda Ake Castillo.**

A ti Fer, porque te quiero y por darme la fuerza de salir adelante en el estudio, porque pensando en ti he logrado cosas importantes en mi vida gracias por decir te quiero y por estar conmigo en todo te quiero “jujuya”.

#### **Olivia Guadalupe Ake Castillo.**

Gracias por los momentos de convivencia que pasamos entre peleas y risas eres mi gran hermanita te quiero “sol”.

### **A mis padres:**

#### **Julia Antonia Castillo Pech.**

Gracias por todo el apoyo que me ha dado en mi vida, por apoyarme en esta meta de mi vida que la comparto contigo mamá tu gran ayuda y esfuerzo fue muy indispensable y los momentos de ánimo cuando todo parece no tener sentido estas ahí para hacerme entender las cosas y siempre salir adelante gracias por todo te amo mamá.

#### **José Fernando Ake Canto.**

Gracias por darme el empujón que me hacía falta para salir adelante, por mandarme lo más lejos y no poder regresar tan fácil, por los consejos de padre que siempre serán bienvenidos te quiero papá.

### **A mis abuelos.**

#### **Olivia Pech Cabrera y Jesús Castillo Sandoval**

Gracias por el apoyo los consejos que siempre son bienvenidos, por la motivación de salir adelante en la vida y de no rendirse ante nada, gracias por todo.

## AGRADECIMIENTOS

A mi Dios por darme la vida y la capacidad de concluir con mis metas propuestas en mi vida por darme fortaleza en y estar conmigo en los peores y mejores momentos de mi vida.

A mi “ALMA MATER” (Universidad Autónoma agraria Antonio Narro), por darme la oportunidad de terminar una etapa profesional y deportiva de mi vida.

Al Ph. D. Miguel Capó Arteaga, profesor del Departamento Forestal, por asesorarme durante este trabajo de tesis, así como su incansable orientación y apoyo, además de su amistad brindada como persona, sobre todo por sus consejos y que siempre serán bienvenidos.

M.C. José Armando Nájera Castro, profesor del departamento forestal, por asesorarme durante este trabajo de tesis, así como el apoyo y orientación académica, además por brindarme su amistad como persona.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, maestro del Departamento Forestal por su aportación a mi formación académica y por brindarme su amistad.

Al Ing. Vicente Martínez Oranday que aparte de ser mi entrenador de Tae Kwon Do es un gran amigo, gracias también, a su esposa e hijos por brindarme su amistad y hacer mi estancia en la universidad más agradable.

Profesor José Antonio Gonzales Aguilar por ser mi entrenador de Tae Kwon Do y darme la oportunidad de lograr una meta más en mi vida, por brindarme su amistad al igual que su familia y por los consejos de superación y de actitud para salir adelante en la vida también, gracias al equipo de “TELPUCHCALLI”.

MC. Cabrera por ser mi entrenador de Tae kwon Do por la amistad brindada y por compartir experiencias en el deporte.

A Miguel Sosa Morales, por su amistad y apoyo en la toma de datos de *Pinus pinceana* en las tres áreas experimentales.

A Zita María Salazar, por ser una persona muy agradable y por ofrecerme su amistad y confianza.

A los profesores del departamento forestal por compartir sus conocimientos formando parte de mi formación académica así como su amistad.

A Sandra Maribel Manzanares Espinoza, por ser alguien muy especial para mí y por ser una persona de gran importancia, contigo aprendí a valorar muchas cosas en la vida, por hacer lograr mis metas por eso y más gracias “flakilla”

A mis compañeros y amigos que compartieron su amistad y me brindaron su apoyo durante mi estancia en la Universidad porque entre alegrías y tristezas siempre han estado ahí compartiendo un poco de la vida por eso y más gracias: Paloma C., Karina Z., Daniela., Alejandro R., Eddy f., Isabel M, Alejandro O., Juan R., Mario R., Julio C., Evelio G., Maybeth M.

A mis grandes amigos porque aunque sea lejos siempre están en los recuerdos de grandes momentos y siempre dando ánimos, Valentín Centeno, Rudy Ku, Ángel Vela, Daniel Vela, Ángel Rodríguez, Cesar Ake, Gabriel Collí, Alan Rodríguez, Juan Castillo, Santos Castillo, Carlos Castillo, Yoari Magueli, Romalda Diaz.

## ÍNDICE.

ÍNDICE DE CUADROS.....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vii
RESUMEN.....	viii
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
1.2 Hipótesis .....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA .....	4
2.1 Plantaciones. ....	4
2.2 Ensayos de procedencias .....	5
2.3. Importancia de los ensayos .....	6
2.3.1. Ventajas.....	7
2.4. <i>Pinus pinceana</i> Gordon.....	7
2.4.1. Descripción .....	8
2.5. Distribución .....	8
2.6. Importancia <i>Pinus pinceana</i> .....	9
2.7. Situación o Estatus .....	10
3 MATERIALES Y MÉTODOS .....	11
3.1. Descripción de las localidades experimentales.....	11
3.2. Producción de la planta.....	12
3.4. Diseño experimental, procedencias y plantación .....	13
3.5. Características de la plantación .....	13
3.6 Variables evaluadas.....	15
3.7. Modelo experimental y análisis estadístico .....	15

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	17
4.1. Supervivencia .....	17
4.2. Diámetro basal .....	20
4.3. Altura.....	22
4.4. Cobertura de copa .....	24
5 CONCLUSIONES.....	26
7 LITERATURA CITADA.....	34
8 APENDICE .....	35



## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Localización geográfica, altitud, pendiente, edafología y vegetación de las tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> Gordon del ensayo repetido en los estados de Coahuila y Zacatecas.....	14
Cuadro 2. Supervivencia en los sitios .....	18

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura. 1 <i>Pinus pinceana</i> Gordon.....	7
Figura. 2 <i>Pinus pinceana</i> Gordon.....	7
Figura 3. Mapa de distribución <i>Pinus pinceana</i> Gordon.....	9
Figura 4. Supervivencia; en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.....	18
Figura 5. Supervivencia; en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.....	19
Figura 6. Diámetro basal; en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.....	21
Figura 7. Altura total; en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.....	23
Figura 8. Cobertura; en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.....	25

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo consistió en evaluar la sobrevivencia, la altura total, diámetro basal y la cobertura a cinco años de su plantación en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres localidades del noreste de México, además se determinó el grado de interacción de localidad por procedencia de la especie. Las plantaciones de las tres procedencias de *Pinus pinceana* se establecieron en agosto del 2005, los tres sitios se establecieron en las siguientes localidades: La primera en los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coahuila, la segunda en Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coahuila, y la tercera en San José Carbonerías, Mazapil, Zacatecas. Cada una de las plantaciones tiene un diseño experimental completamente al azar, en las tres plantaciones se utilizó material experimental de tres procedencias de la misma especie, éstas fueron: Palmas Altas Saltillo, Coahuila, Lomas del Orégano, Mazapil, Zacatecas, y Garambullo, Saltillo, Coahuila. Una vez que la plantación alcanzó la edad de cinco años se realizó la evaluación en campo y como resultado de esta última en las unidades experimentales se encontró una sobrevivencia global del 32.88%, en la que sobresalió la localidad de San José Carbonerías, Zacatecas, mientras que la localidad Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coahuila, presentó la menor sobrevivencia, la localidad Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coahuila, fue el segundo mejor sitio los resultados que mostró la variable altura de las plantas en la localidad de San José Carbonerías fue la mejor siguiendo la localidad Los Lirios, Arteaga, Jagüey de Ferniza en donde las variables de altura total, diámetro basal, diámetro de copa mostraron un comportamiento diferentes. Por otra parte, es importante recalcar que el efecto principal entre procedencias no demostró diferencias significativas para la variable sobrevivencia, hubo diferencias entre localidades siendo la mejor localidad San José Carbonerías, Zacatecas. Y la mejor procedencia Palmas altas en las variables de altura, diámetro basal, cobertura.

**Palabras clave:** *Pinus pinceana*, ensayo de procedencias, especies amenazadas, especies endémicas.

## I. INTRODUCCIÓN

Las gimnospermas comprenden alrededor de 900 especies, la mayoría localizadas en el hemisferio norte, alrededor del 60% son coníferas (Farjon, 2003; Earle, 2007). La riqueza de especies de pinos a nivel mundial es de 111 especies (Price *et al.*, 1998). En México y en América Central se localizan alrededor de 46 especies de pinos, con diversas variedades y formas (Perry, *et al.*, 1998).

México ha sido reconocido como el centro con mayor riqueza de especies para el género *Pinus* con un total de 43 (Farjon, 1996). Existen 15 especies de pinos piñoneros, las cuales están distribuidas en el norte y el centro del país. Estos pinos se encuentran desde Baja California sur, Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luis Potosí, Aguascalientes, Guanajuato, Jalisco, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla y Veracruz (Eguiluz, 1978, Farjon *et al.*, 1997; Perry, 1991). El país cuenta con importantes endemismos; sin embargo, en las últimas décadas la deforestación de áreas naturales de distribución del género *Pinus* se ha convertido en un grave problema que ubica al país entre los primeros en el planeta en tasa de deforestación (Magaña y Villaseñor, 2002).

En México, los pinos tienen gran importancia ecológica, económica y social. A menudo son el componente dominante de la vegetación, influyen en los procesos funcionales de los ecosistemas tales como los ciclos biogeoquímicos hidrológicos, los regímenes del fuego, y son hábitat y fuente de alimento para la fauna silvestre. Tienen un alto valor económico, ya que son fuente de madera, leña, pulpa, resinas, semillas comestibles y otros productos. Además ofrece importantes servicios ambientales (cosecha de agua, generación de oxígeno, Recreación, Captura de carbono) e influyen en el clima regional (García y González, 2003; Ramírez-Herrera *et al.*, 2005). La degradación de los recursos forestales que ha sufrido México ha ocasionado la reducción de su biodiversidad; para frenar este daño y recuperar la riqueza forestal, es necesario el establecimiento de plantaciones forestales de protección y restauración como alternativa para recuperar terrenos forestales y para recuperar su productividad y protegerlos contra la erosión (Villarreal, 1994; Navarro *et al.*, 2000).

En el sur de Coahuila existen varias especies de pinos piñoneros algunos de gran importancia económica, ecológica y científica. La superficie cubierta con piñoneros es mayor de 30 mil hectáreas, conformando masas puras sobre suelos pobres, la influencia es tan alta que se les considera como el elemento fundamental del microclima que caracteriza a esta región (Passini, 1982).

Las comunidades de piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que tienen impacto decisivo en la supervivencia de los pobladores rurales. De ellas se obtienen semillas comestibles o piñones, leña, postes, madera para construcción de vivienda y muebles rústicos, árboles de navidad, resina, además de servir de abrigo a la fauna silvestre y en algunos casos como áreas de recreo. Las superficies de estas comunidades se han reducido notablemente en los últimos años y varias de ellas se encuentran amenazadas o en peligro de desaparecer debido a perturbaciones antropogénicas y naturales (Caballero y Ávila, 1989).

Una parte del manejo forestal sustentable consiste en realizar plantaciones para recuperar o ampliar la distribución de ciertos genotipos o procedencias, las pruebas de este tipo son útiles para aumentar nuestros conocimientos de la variación intraespecífica. La conservación es un tema de importancia mundial, tanto para los gobiernos de los países desarrollados como aquellos subdesarrollados, así como para la sociedad en general porque se ha incrementado la conciencia sobre este tema (Alba *et al.*, 1998).

Esto se debe, en gran medida, a la importancia que hoy en día tiene el conocimiento de la biodiversidad en el contexto de su conservación y aprovechamiento racional (Cabrera y Gómez, 2005; Villaseñor, 1991). La evaluación de la plantación servirá para conocer el potencial que tiene la especie plantada, así como conocer cuál de todas las procedencias es la más apta para cada sitio, y poder hacer unas recomendaciones de hacer una reforestación en el sitio y áreas aledañas que estén degradadas.

## 1.1. Objetivo

Evaluar la sobrevivencia, la altura total, diámetro basal y el diámetro de copa a cinco años de su plantación en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres localidades del noreste de México.

## 1.2. Hipótesis

### Ho:

No existen diferencias significativas en las variables evaluadas entre las procedencias de *Pinus Pinceana* en cada localidad y entre localidades para las variables de estudio.

No existe interacción localidad por procedencia, para las mismas variables.

### Ha:

Existen diferencias significativas en las variables evaluadas entre las procedencias de *Pinus Pinceana* en al menos una localidad.

Existe interacción localidad por procedencia, para las mismas variables.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1. Plantaciones

Una plantación forestal consiste en el establecimiento de árboles que conforman una masa boscosa y que tiene un diseño, tamaño y especies definidas para cumplir objetivos específicos como plantación productiva, fuente energética, protección de zonas agrícolas, protección de espejos de agua, corrección de problemas de erosión, entre otras (Trujillo, 2003).

Así mismo las plantaciones se pueden utilizar para absorber carbono, contrarrestar las emisiones de este elemento, proteger el ciclo del agua, proporcionando empleo rural, y diversificar el paisaje rural (FAO, 2000).

Las principales ventajas que presentan las especies nativas son que permiten la conservación de especies, disminuye la degradación de los suelos y permite la conservación de los nichos ecológicos (Kellison, 2002).

En las laderas semiáridas interiores de la Sierra Madre Oriental del noreste de México existen numerosas áreas degradadas por efectos del sobrepastoreo. Los trabajos de restauración de la vegetación pueden incluir especies adaptadas a condiciones de sequía y que se han probado satisfactoriamente en otras localidades similares y sobre todo si son especies en protección (Ríos, 2002).

La especie y la procedencia elegidas deberán estar bien adaptadas al clima, suelo y al ambiente biótico en que se establecerá la plantación y deberá ser capaz de rendir el producto deseado, sobrevivir y crecer a una velocidad máxima de acuerdo con la calidad del sitio, para lo cual deberá conservarse sana (Capo, 2001).

Las especies y procedencias locales son las más seguras (Hawley y Smith, 1972). Al respecto Capó (2001), señala que aunque el sitio por plantar se encuentre dentro del rango de distribución natural de la especie, no basta con coleccionar semillas de cualquier localidad donde ésta crece, si no que deberá de provenir de las zonas

con mayor similitud de condiciones climáticas y edáficas al sitio donde se establecerá la plantación.

## **2.2. Ensayos de procedencias**

Un ensayo de procedencia es el procedimiento experimental más empleado para comparar el comportamiento de la semilla provienen de diferentes poblaciones, en sitios y ambientes diferentes previamente caracterizados. Estos ensayos se pueden establecer en ambientes extremos en los cuales se pretende establecer las plantaciones, y permite incluir un intervalo amplio de la distribución de la especie de interés con el objeto de valorar los patrones de variación e identificar regiones amplias en las que se encuentren las mejores fuentes de semilla, en términos de adaptación al sitio de plantación, conformación de copas y productividad de los arboles (Zobel y Talbert, 1988).

Con los resultados de ensayos de procedencias es posible planear programas de reforestación para aumentar la producción de los bosques comparado con uno natural (Maas *et al.*, 1995; Vargas *et al.*, 1997). Los ensayos de especies y procedencias tienen como base la variación genética a diferentes niveles: entre especies, entre regiones geográficas, entre rodales y entre individuos, además que dichos ensayos constituyen el fundamento de cualquier programa serio de plantaciones (Zitácuaro y Aparicio, 2004).

Las variaciones genéticas entre procedencias de una especie forestal dentro de su área de distribución han sido reconocidas desde hace mucho tiempo. Esas diferencias han surgido del resultado de la adaptación de la especie a las distintas condiciones climáticas y edáficas imperantes en determinados hábitats, así mismo, es de esperarse que poblaciones de una misma especie en condiciones ecológicas diferentes, puedan desarrollar diferentes hábitos de adaptación a los mismos. Aún cuando la procedencia se clasifica como perteneciente a una especie, ella presenta variaciones inherentes a su constitución genética relacionadas con su adaptación a factores climáticos diferentes (Burley y Turbull, 1970 citados por Patiño y Garzón, 1976).



En este contexto y considerando la necesidad de restaurar sitios degradados es importante dentro del programa de mejoramiento genético forestal, el establecimiento de ensayos de especies a partir de los cuales se prueban especies para conocer la mejor en un sitio definido. Igualmente los ensayos de progenie y de procedencias/progenie nos permitirán conocer el valor genético de un individuo a través del comportamiento de su descendencia y de individuos de diferentes sitios cuando se trata de la evaluación de procedencias (Quijada, 1980).

### **2.3. Importancia de los ensayos**

Los estudios de procedencia son de gran importancia, ya que aunque generalmente muestran que el origen local es el mejor adaptado, éste no siempre es el más productivo. Además, el hombre al introducir nuevas procedencias aumenta la variabilidad genética y mejora cualitativamente y cualitativamente la producción forestal en plantaciones (Callaham, 1964).

Los ensayos de especies y procedencias tienen como base la variación genética a diferentes niveles: entre especies, entre regiones geográficas, entre rodales e individuos, los cuales es la base de la adaptación, además de que dichos ensayos constituyen el fundamento de cualquier programa serio de plantaciones (Zitácuaro y Aparicio, 2004).

Los ensayos de procedencia/progenie determinan en qué medida la superioridad del fenotipo se debe a la influencia del genotipo, del ambiente y de la interacción entre ambos (Zobel y Talbert, 1988). La apariencia en las plántulas de los pinos durante las primeras etapas de su ciclo de vida varía entre las especies y contrasta con los individuos adultos de su misma especie (Niembro *et al.*, 1978).

Los ensayos se pueden establecer en ambientes extremos en los cuales se pretende establecer las plantaciones, y permite incluir un intervalo amplio de la distribución natural de la especie de interés con el objeto de valorar los patrones de variación e identificar regiones amplias en las que se encuentren las mejores fuentes de semilla, en términos de adaptación al sitio de plantación (Zobel y Talbert, 1988).

Los ensayos de especies y procedencias y los de procedencia/progenie consisten en comprobar la adaptabilidad que presenta una especie exótica o nativa o una procedencia en un lugar determinado e incluso su progenie para detectar aquella que sea la más productiva en la región y recomendarla para la reforestación, utilizando técnicas como selección, cruzamiento y pruebas de descendencia en los árboles para mejorar la calidad de los bosques (Zobel y Talbert, 1988).

### 2.3.1. Ventajas:

- ❖ Definir las especies más adecuadas para la realización de plantaciones.
- ❖ Enriquecer el acervo genético de las plantaciones locales proporcionando con ello, una mayor oportunidad de obtener ganancias genéticas en características deseables.

### 2.4. *Pinus pinceana* Gordon



Figura. 1 *Pinus pinceana* Gordon.



Figura. 2 *Pinus pinceana* Gordon.

### 2.4.1. Descripción

*P. pinceana* Gordon, árbol de porte pequeño 4-10 m de altura, con fuste corto, ramas largas, delgadas o sub pinnadas y follaje de un color verde grisáceo; asociación vegetal bosque de pino con matorral desértico; altitud de 1,500 a 2,600(msnm); suelos calizo, textura gruesa pedregosos; escasa Profundidad muy delgados; características químicas: Pobres en materia orgánica; temperatura media 18°C , Mínima -10°C, Máxima 45°C, Precipitación 550(mm) (300-700) (Perry, 1991).

*Pinus pinceana* es uno de estos elementos endémicos dentro del género para México, fue descrita para el centro del país en el siglo XIX (Gordon, 1858).

Aunque no es un árbol maderable, las gráciles ramas, el follaje encorvado y la interesante forma del tronco, hacen de un candidato sobresaliente para muchos usos hortícolas y ornamentales, particularmente en estas áreas donde la carencia de agua es un problema recurrente. Las semillas comestibles también se suman a las cualidades deseables (Perry, 1991).

### 2.5. Distribución

Crece a lo largo de las cañadas y en los declives de la Mesa Central del Norte y Centro Este de México, en los estados de Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, Hidalgo y Querétaro, entre los 19° y 25° de latitud norte, asociado con *P. cembroides* (Perry, 1991).

Estas regiones están separadas por montañas y grandes extensiones de zonas áridas; además, dentro de cada región, las poblaciones de *Pinus pinceana* están aisladas unas de otras por barreras geográficas, lo que dificulta el intercambio genético entre ellas. El aislamiento genético favorece la diferenciación de las poblaciones por efecto de deriva genética, como se ha demostrado en estudios de diversidad genética (Leding *et al.*, 2001; Molina- Freaner *et al.*, 2001).

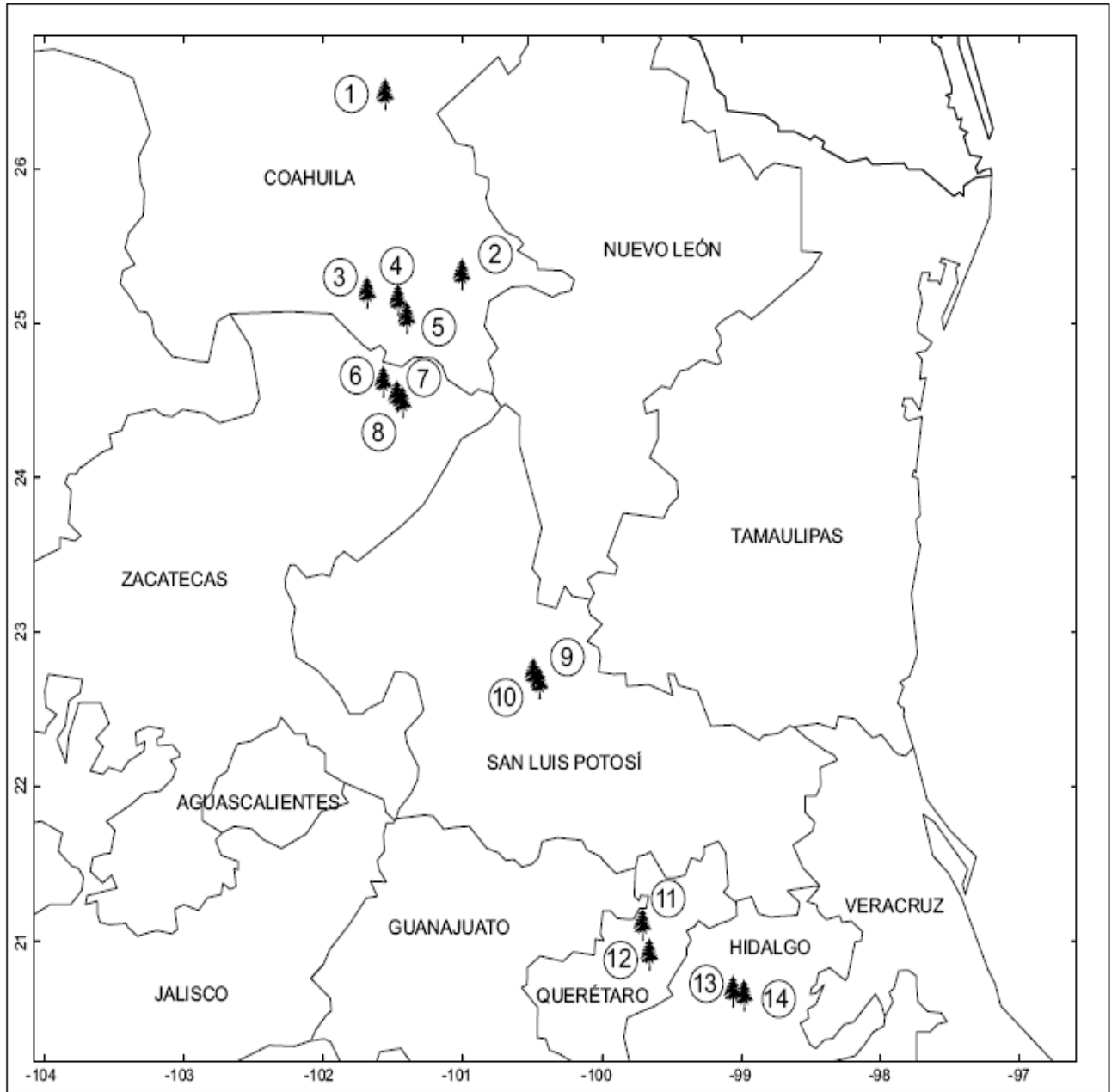


Figura 3. Mapa de distribución *Pinus pincea* Gordon.

## 2.6. Importancia *Pinus pinceana*

La especie *Pinus pinceana* es considerada un cultivo de un gran potencial para la producción de piñón que es de gran importancia en la economía para los campesinos recolectores de piñones ya que son comestibles y dentro de la región se venden en el mercado. También, proporciona leña, así mismo puede ser una especie exitosa para fines de restauración de áreas degradadas (Ramírez, 2008).

Es una especie de amplia plasticidad genética y ambiental y esto la hace importantes en proyectos de reforestación (Ríos *et al.*, 2008).

De ella se obtienen madera para la construcción de viviendas y muebles rústicos, árboles de navidad, resina, además de servir de abrigo a la fauna silvestre y en algunos casos como áreas de recreo (Caballero y Ávila, 1989).

A pesar de su potencial como un cultivo para ambientes semiáridos, se tiene escaso conocimiento de la respuesta de genotipos de *Pinus pinceana* que permitan la forestación en áreas naturales de distribución de la especie, con individuos que hayan demostrado ser genéticamente superiores (Eguiluz, 1978). Maas *et al.*, (1995) mencionan que es necesario generar programas de mejoramiento genético y principalmente ensayos de procedencias, para establecer plantaciones con fines comerciales o de restauración de suelos.

## 2.7. Situación o Estatus

Las superficies de estas comunidades se han reducido notablemente en los últimos años y varias de ellas se encuentran amenazadas o en peligro de desaparecer debido a perturbaciones antropogénicas y naturales (Caballero y Ávila, 1989)., por lo que, La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001, establece que la especie *Pinus pinceana* está sujeta a protección especial dentro de las especies raras y amenazadas, por presentar poblaciones restringidas y en pequeños rodales (SEMARNAT, 2001) ya que su regeneración puede ser afectada en un futuro, llevado así a propiciar su conservación y protección de la misma (Segura y Snook, 1992).

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Descripción de las localidades experimentales

El ensayo se repitió en tres localidades del noreste de México; una en Los Lirios, Arteaga, Coah. (CAESA), la segunda en el Ejido de San José Carbonerías, Mazapil, Zac. y la tercera en el Ejido Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.

Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah.

Ubicación geográfica 25 ° 23'16'' N 100° 36' 10'' W,

Altitud (msnm) 2270, Pendiente 15(%).

Edafología, Suelos Calcarios y Rendzinas, con textura fina, pH del suelo 7.9, Profundidad del suelo, 28 (cm), % de materia orgánica 2.0,

Clima. El clima que predomina en el área es, Cb (X') (Wo) (e) g, que comprende a un clima templado con temperatura media anual de 14.5 C°, y una precipitación anual de 418 mm; los meses en que se registra mayor precipitación son de junio a septiembre y los de menor son de febrero a marzo.

Vegetación. Bosque de pino, con pastizal natural.

Exposición Zenital.

Ejido Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.

Ubicación. Geográfica 25°14'47'' 101°02' 17'', Altitud (msnm), 2 100,

Pendiente 10 (%).

Edafología Benzina y háplico con textura fina, pH del suelo 8.0, Profundidad del suelo 23 (cm), % de materia orgánica 2.0.

Clima. Temperatura media anual de 17.8 C°, con precipitación media anual de 396mm, con inviernos frescos, con lluvias de verano con periodos cortos, correspondiendo a un clima seco, con formula BS K x' (e).

Vegetación. Bosque de pino, matorral inerme y subinerme, así como pastizal,

Exposición Zenital.

Ejido San José Carbonerías Mazapil, Zac.

Ubicación. 24°28'19. 1" 100° 26' 53.4", Altitud (msnm) 2090,

Pendiente. 10(%).

Edafología. Háptico con textura media, pH del suelo 7.9, Profundidad del suelo 30 (cm), de materia orgánica 2.3%.

Clima. Temperatura media anual de 16.5C°, con precipitación media anual de 455 mm, con inviernos frescos, con lluvias de verano con periodos cortos, correspondiendo a un clima seco, con formula  $BW K x'$  un clima seco, con formula  $BW K x' (e)$ .

Vegetación. Crasi Rosulifolios espinosos, izotal, bosque de pino, matorral inerme, Exposición Zenital.

### **3.2. Producción de la planta**

La planta de las tres procedencias se propagó en el invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Buenavista, Saltillo, Coahuila. La temperatura promedio del invernadero se regulo a 18 C° durante la noche y 25 C° durante el día y el contenido de humedad relativa fue entre 80 y 90%.

Se usaron contenedores "Cooper block" de 60cm de largo, 35cm de ancho y 12cm de alto; con 60 cavidades, cada una con capacidad de 220 ml. El uso de este material proporcionó un mejor acomodo y la identificación de las procedencias, para asegurar un buen sistema radicular y mejor calidad de las plantas. La siembra se hizo del 14 al 15 de enero del 2005, de forma manual sembrando en cada cavidad dos semillas a una profundidad de 1cm cubriéndola con el mismo sustrato.



### **3.4. Diseño experimental, procedencias y plantación**

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar en parcelas divididas, con tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, dos de Coahuila y una en Zacatecas y cinco repeticiones, 15 plantas por parcela (unidad experimental), 75 plantas por procedencia, para un total de 225 plantas experimentales en cada localidad. Además se utilizaron 60 plantas de borde.

### **3.5. Características de la plantación**

La plantación se realizó los días 5 y 6 de agosto de 2005. La distribución de la planta se hizo en tres-bolillo con un espaciamiento de 3m, usando cepa común, para la plantación. Las plantas contaban con nueve meses de edad al momento de plantarse, se aplicaron dos riegos de auxilio y se efectuaron dos reposiciones de plantas muertas los días 10 de abril y 14 de diciembre de 2006.

Cuadro 1. Localización geográfica, altitud, pendiente, edafología y vegetación de las tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon del ensayo repetido en los estados de Coahuila y Zacatecas. La ubicación geográfica y la altitud fueron tomadas utilizando un receptor GPS (Trailblazer XL).

Procedencia	Ubicación geográfica	Altitud msnm	Pendiente (%)	Edafología	Vegetación
Palmas Altas, Saltillo, Coah.	25° 07' 57.7" N 101° 27' 04.6" W	2,312	35	Litosol eutrico, fluvisol calcarico, xerosol calcárico	Bosque de pino, crasirosulifolios espinosos
Garambullo, Saltillo, Coah.	25° 02' 05.7" N 101° 29' 0.55" W	2,080	46	Litosol, regosol calcárico.	Bosque de pino, crasirosulifolios espinosos
Lomas del Orégano, Mazapil, Zac.	24° 30' 19.1" N 101° 27' 48.2" W	2,310	12	Litosol, regosol calcárico, rendzina	Bosque de pino, izotal, matorral inerme, crasirosulifolio

### 3.6 Variables evaluadas

Los parámetros evaluados fueron, sobrevivencia, altura, diámetro basal y diámetro de copa. La evaluación de los parámetros se realizó el 31 de enero del 2010. Se evaluó la sobrevivencia considerando las plántulas iniciales y el número actual de árboles presentes. Lo cual se calculó de la siguiente manera:

$$\text{Sobrevivencia (\%)} = \frac{\text{Número de plantas al momento de la evaluación}}{\text{Número de plantas iniciales}} \times (100)$$

Estos valores fueron transformados usando la fórmula:  $\text{Arcoseno} = \sqrt{X/100}$

Donde: X= Sobrevivencia (%). Los valores resultantes fueron sometidos al análisis de varianza.

Las variables dasométricas sobre la altura total, la cual, se midió desde la base del tallo hasta la yema apical, la cual se realizaron con una regla metálica graduada en centímetros.

El diámetro de copa se midió con un flexómetro, dada la forma no circular de las copas se generaron dos mediciones, diámetro mayor y diámetro menor, en cada planta, registrándose el promedio.

### 3.7. Modelo experimental y análisis estadístico

La base de datos de la información dasométrica de las plántulas, fue capturada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1.

Cuando se encontraron diferencias en la interacción localidad por procedencia se procedió a realizar una comparación de medias con el método de tukey.

El modelo estadístico que se utilizó para el análisis de varianza del ensayo corresponde a un diseño completamente al azar con arreglo de parcelas divididas. El cual se define como:

$$Y_{ik} = \mu + L_i + \epsilon_{L_i} + P_k + LP_{ik} + \epsilon_{ik}$$

$i = 1, 2, 3$  Localidades

$k = 1, 2, 3$  procedencias

Donde:

$Y_{ik}$  = Observación

$\mu$  = Media general

$L_i$  = Efecto de la  $i$ -ésima localidad

$\epsilon_{L_i}$  = Error dentro de la localidad

$P_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima procedencia

$LP_{ik}$  = Interacción de la  $i$ -ésima localidad x la  $k$ -ésima procedencia

$\epsilon_{ik}$  = Efecto del error experimental

El análisis se realizó considerando las tres localidades de la plantación como las parcelas grandes y las procedencias como la parcela chica.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Supervivencia

La supervivencia general a cinco años de su plantación es 32.88%. A nivel de localidades hubo diferencias significativas ( $P > F.0001$ ), el mayor valor la presentó la localidad de San José Carbonerías con un 71.55%. La localidad de Los Lirios, Arteaga, Coah. Con 18.66%. La menor supervivencia, fue de la localidad Jagüey con 8.48%.

Cuadro 2. Supervivencia en los sitios.

LOCALIDADES	ÁRBOLES VIVOS	Total (%)
Ejido de San José Carbonerías, Zac.	161	71.55%
Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah.	42	18.66%
Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.	19	8.48%

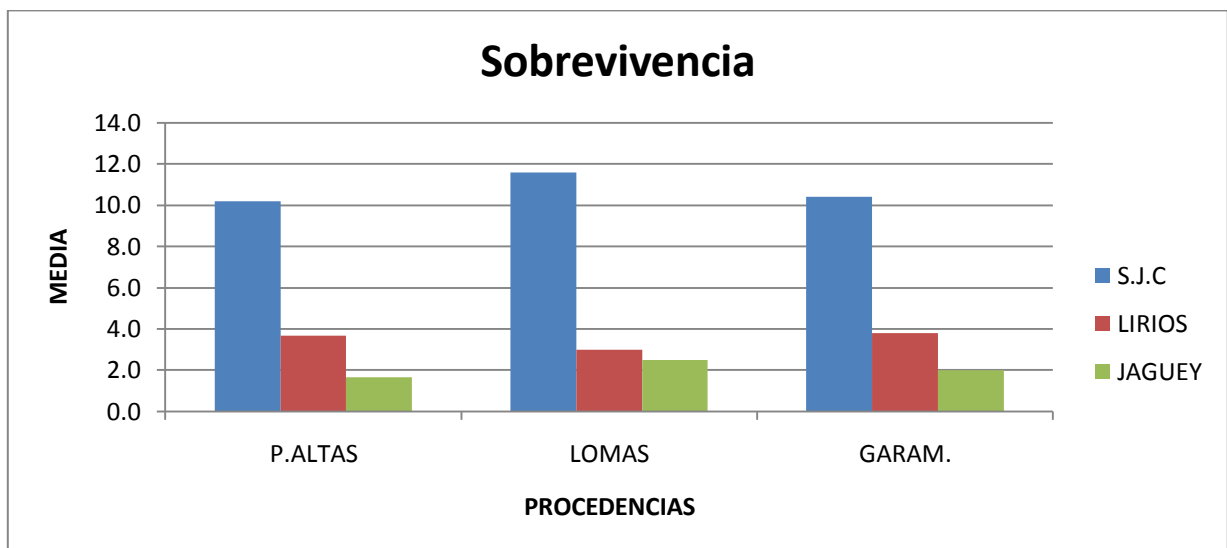


Figura 4. Supervivencia; en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pincea* Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.

Un factor que pudo haber afectado a la sobrevivencia de las plantas, sería una mayor precipitación en la localidad de San José Carbonerías, Mazapil, Zac. (455mm) en comparación a los Lirios Arteaga (418mm) y Jagüey de Ferniza (396mm).

La mayoría de las plantas que murieron en Los Lirios fueron atacadas por tuzas y otras se vieron afectadas por sequia. Sin embargo, en Jagüey la mayoría de las plantas murieron por esta última razón. Por otra parte, cabe señalar que no hay grandes diferencias en el pH, profundidad del suelo y porcentaje de materia orgánica entre las localidades factores que pudieran haber afectado la sobrevivencia inicial de las plantas.

Estas diferencias también podrían haber sido influenciadas, por los efectos del cultivo (deshierbes) dado que en la localidad San José Carbonerías en etapas iniciales de las plantas, se hicieron labores de limpieza en el terreno mientras que en las otras dos localidades no se efectuaron estas actividades.

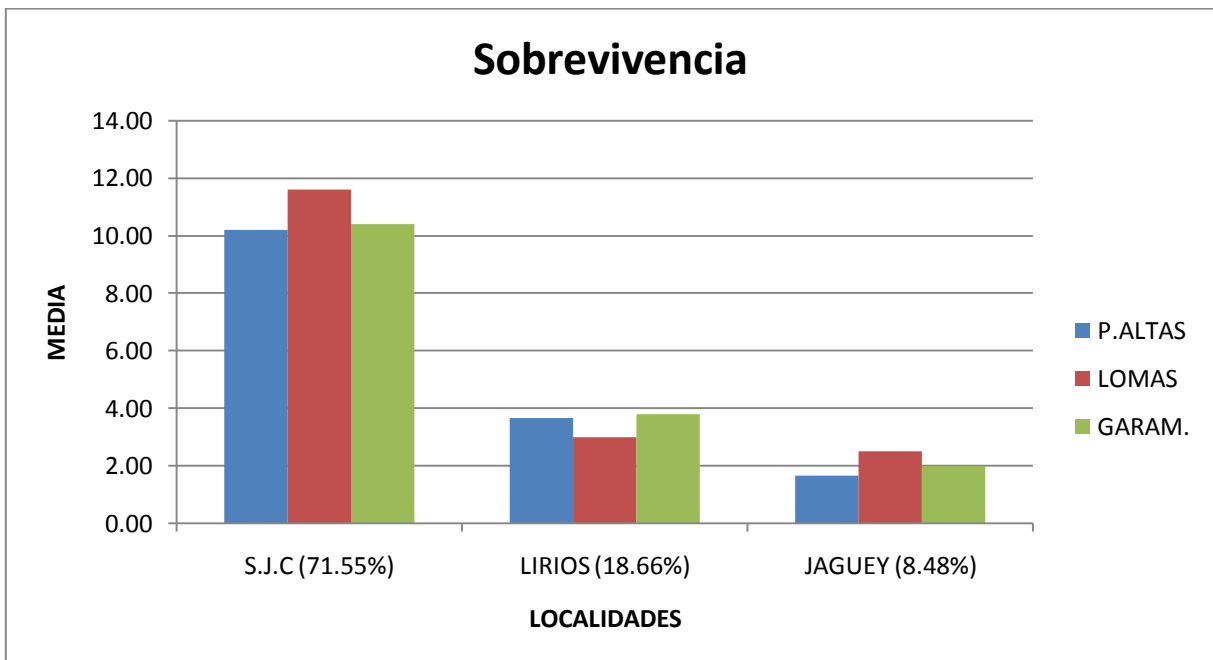


Figura 5. Sobrevivencia; en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.

La localidad San José carbonerías es la de mayor valor para la variable sobrevivencia y la procedencia de mayor valor fue lomas del Orégano seguida de Garambullo y Palmas Altas.

La segunda localidad de mayor valor fue los Lirios Arteaga con la procedencia Garambullo presentando el mayor valor seguida de Palmas Altas y Lomas de Orégano.

La tercera localidad con menor sobrevivencia fue Jagüey con la procedencia de mayor valor fue Lomas del Orégano siguiendo Garambullo y Palmas Altas.

En recientes estudios López, (2008). Evaluó la Sobrevivencia y crecimiento de cinco especies de coníferas en tres localidades de la sierra de Arteaga, Coahuila a 12 años de su plantación. Encontró con respecto a las especies *Pinus pinceana*, *Pinus greggii* y *Pinus ayacahuite*, no presentaron diferencias entre localidades. También el análisis de varianza realizado para la variable sobrevivencia no se encontró diferencias significativas entre especies en cada una de las localidades.

Cardenaz, (2010) Al evaluar el ensayo de adaptación de cuatro procedencias de *Pinus pinceana* encontró que el análisis de varianza para las variables evaluadas, no se encontraron diferencias significativas. Para la variable sobrevivencia, el valor más alto de sobrevivencia fue la del tratamiento 3 (La yesera) con una media del 85%, seguido por el tratamiento 2 (Maguey verde), con un 83.33% de sobrevivencia. Con los de menor sobrevivencia los tratamientos 1 (Ejido cinco de mayo) y 4 (Matehualilla, Guadalcazar).

Ruíz *et al.*, (2003) al evaluar un ensayo de procedencia de *Pinus oaxacana* Mirov. En dos localidades de la Mixteca, Alta, Oax. a 2.5 años de establecida la plantación encontró que para las cinco variables evaluadas, el análisis de varianza mostró que no existe interacción entre sitios de plantación y procedencias. Se registró una alta sobrevivencia en los dos sitios y en todas las procedencias. Entre sitios de plantación se presentaron diferencias altamente significativas únicamente en las variables altura de planta, diámetro basal y número de verticilos. La variable

sobrevivencia fue la única donde no hubo diferencias estadísticas entre procedencias, presentado valores desde 93.5%.

#### 4.2. Diámetro basal

El análisis de varianza para el diámetro basal no presentó significancia en la interacción entre localidades por procedencia, tampoco hubo significancia entre procedencias, únicamente entre localidades ( $P > F = 0.0001$ ). Se muestra también que San José Carbonerías es la mejor localidad mostrando que la procedencia de Palmas Altas fue la mejor en el sitio.

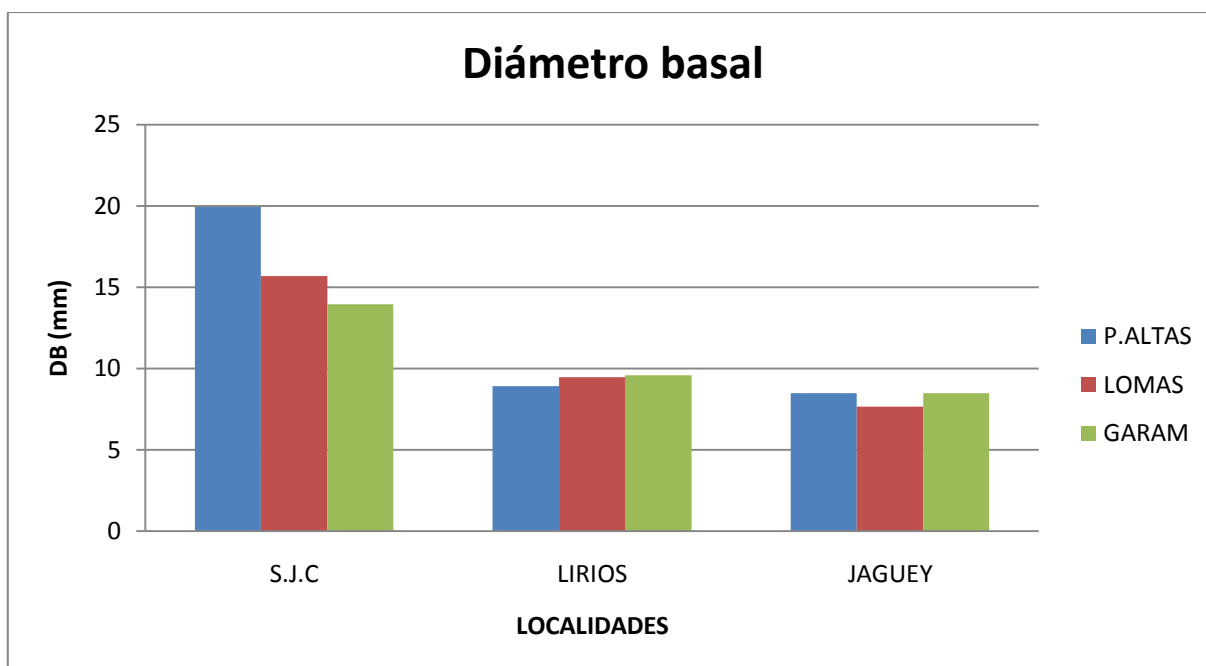


Figura 6. Diámetro basal; en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.

La localidad de mayor valor la presentó San José carbonerías y la procedencia de mayor valor fue Palmas Altas seguida de Lomas del Orégano y Garambullo.

La segunda localidad que presentó mayor valor fue los Lirios Arteaga y la procedencia que presentó mayor valor fue Garambullo siguiendo de Lomas del Orégano y Palmas Altas.



La tercera localidad Jagüey presentó el menor valor en diámetro basal con la procedencia que presentó el mayor valor en el sitio que fue Garambullo siguiendo de Palmas Altas y Lomas.

Ramírez, (2008) para la variable diámetro basal en la especie *Pinus pinceana*, encontró que la interacción localidad por procedencia se expresó en que; la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah. Presentó un diámetro inferior en la localidad San José Carbonerías 7.5 mm y Jagüey de Ferniza 4.7 mm, mientras, para la localidad Los Lirios, Arteaga presentó un diámetro superior basal aún cuando en esta localidad no manifestó diferencias estadísticas significativas entre procedencias.

Por otra parte Viveros *et al.*, (2006) evaluó la variación entre procedencias de *Pinus pseudostrobus* establecidos en dos sitios en Michoacán a 15 meses de establecida la plantación, reportan haber encontrado interacción sitio por procedencia únicamente en el diámetro basal y no en altura total, ni diámetro de copa y ni número de verticilos. La procedencia de *P. pseudostrobus* de la comunidad Durango, en Zimapán, cambió de posición jerárquica, donde presentó mayor diámetro en la localidad Los Amoles 2.8 cm, mientras que en la localidad Cerro Pairo fue menor 1.4 cm.

### 4.3 Altura

El análisis de varianza para la altura no mostró interacción entre localidades por procedencia tampoco hubo significancia entre procedencias únicamente entre localidades. En el caso de la localidad de San José Carbonerías muestra que es el mejor sitio con la procedencia de Palmas Altas. En los Lirios y Jagüey de Ferniza, se muestra que la procedencia de menor altura es la de Lomas del Orégano. Sin embargo, se observa que la procedencia Palmas Altas, presentó relativamente una respuesta diferente en la localidad San José Carbonerías, Mazapil, Zacatecas., ya que en esta localidad en particular, fue la procedencia que presentó la mayor altura.

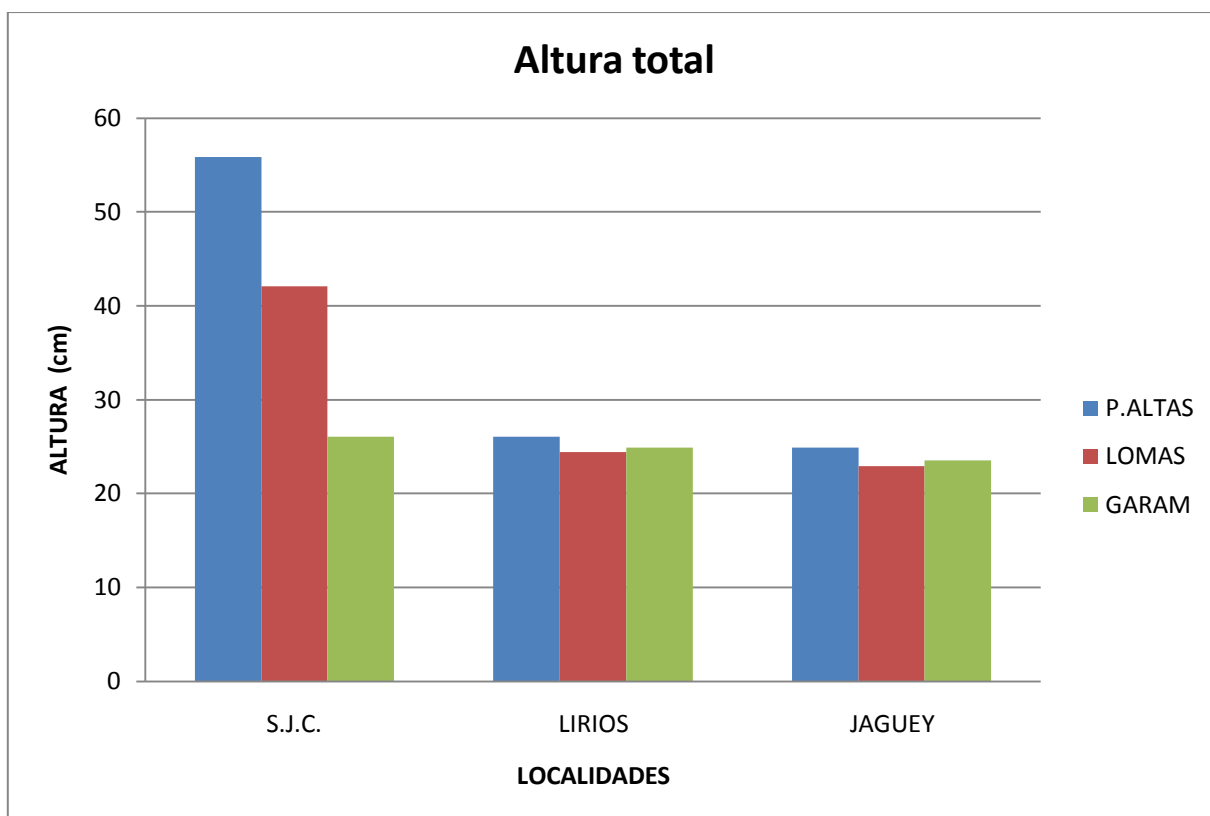


Figura 7. Altura total; en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.

La localidad de mayor valor la presento San José carbonerías y la procedencia de mayor valor fue Palmas Altas seguida de Lomas del Orégano y Garambullo.

La segunda localidad que presento mayor valor fue los Lirios Arteaga y la procedencia que presento mayor valor fue Palmas Altas siguiendo Garambullo y Lomas del Orégano.

La tercera localidad Jagüey presento el menor valor en altura con la procedencia que presentó el mayor valor en el sitio que fue Palmas Altas siguiendo de Garambullo y Lomas.

Cardenaz, (2010) evaluó la variable de crecimiento en altura no se encontró diferencias significativas entre procedencias, sin embargo, se obtuvo que numéricamente las medias de crecimiento en altura presentan diferencias notables, siendo la de mayor crecimiento la procedencia que corresponde al tratamiento 2 (Maguey verde) con un valor de 7.67cm

En el trabajo de López, (2008) el análisis de varianza realizados para la variable altura arrojó que en la localidad 2 (El hondable) se obtuvo en altura que *P. cembroides*, *P. ayacahuite*, *P. pinceana* y *Abies vejari* son estadísticamente iguales. El análisis por especies para comparar las especies entre localidades muestra que *Pinus pinceana* en las localidades 2 (El hondable) y 1 (Mesa de las tablas) son iguales 97.98 cm, 95.79 cm y finalmente la localidad 3 El Zorrillo obtuvo la media más baja 74.07 cm.

Ramírez, (2008) encontró que la interacción localidad por procedencia en *Pinus pinceana* en la variable altura total, se expresó en que algunas procedencias obtuvieron comparativamente un desempeño similar, caso de la localidad de San José Carbonerías y Jagüey de Ferniza, donde no se encontraron diferencias estadísticas entre procedencias. Sin embargo, se observa que la procedencia Palmas Altas, presentó relativamente una respuesta diferente en la localidad Los Lirios, Arteaga, ya que en esta localidad en particular, fue la procedencia que presentó la menor altura; otra que presentó una respuesta no esperada fue la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah. Ya que presentó la mayor altura total para esta localidad.

Rios *et al.*, (2008) evaluó ensayos con pinos piñoneros en el noreste de México (*P. pinceana* Gordon, *P. nelsonii*, *P. cembroides*.) encontró que los crecimientos en altura y diámetro de las especies estudiadas a la edad de 19 años son entre 6 y 7 cm de diámetro basal y entre 3.5 y 5.0 m de altura total. A los cinco años de edad son en promedio de 0.5 m de altura y de menos de 1 cm de diámetro basal. Las localidades mostraron diferencias estadísticas en los parámetros registrados. Por otra parte Viveros *et al.*, (2006) al evaluar la variación entre procedencias de *Pinus pseudostrobus* establecidos en dos sitios en Michoacán a 15 meses de establecida la plantación, y el análisis realizado mostro diferencias significativas en altura.

#### 4.4 Cobertura de copa

El análisis de varianza para la cobertura no mostró significancia en la interacción por localidad por procedencia; tampoco hubo significancia en las procedencias únicamente entre localidades ( $Pr > F = .0001$ ). Siendo la localidad de San José Carbonerías la que presento la mayor cobertura.

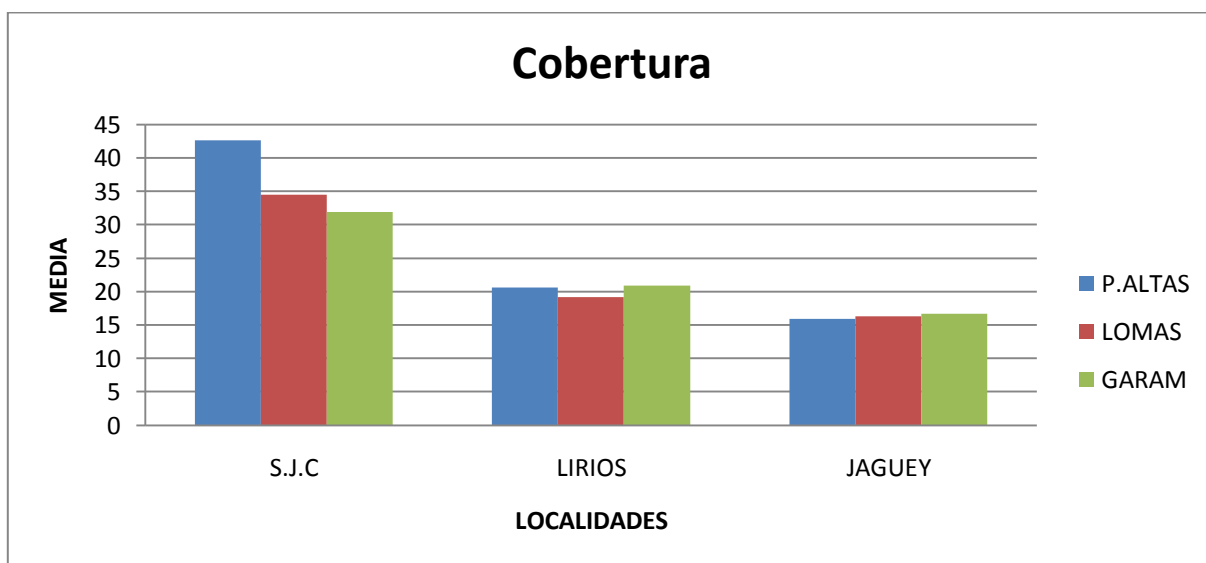


Figura 8. Cobertura; en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.

La primera localidad y la de mayor valor la presento San José carbonerías y la procedencia de mayor valor fue Palmas altas seguida de Lomas del Orégano y Garambullo.

La segunda localidad que presento mayor valor fue los Lirios Arteaga y la procedencia que presento mayor valor fue Garambullo siguiendo de Palmas Altas y Lomas del Orégano.

La tercera localidad Jagüey presento el menor valor en diámetro basal con la procedencia que presentó el mayor valor en el sitio que fue Garambullo siguiendo de Lomas y Palmas Altas.

La interacción de la localidad por procedencia en la variable cobertura, se expresó en que, la procedencia Palmas Altas, registró la mayor cobertura de copa en la localidad San José Carbonerías. En Jagüey de Ferniza, la misma procedencia mostro el menor diámetro. Las demás procedencias mostraron una respuesta diferente, en las localidades de Los lirios Arteaga, Saltillo, Coah. Y Jagüey de Ferniza Saltillo, Coah. La cual presento la menor cobertura.

En estudios recientes, Valencia *et al.*, (2006) al evaluar un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. En dos localidades de la Mixteca Alta, Oax. a 2.5 años de la plantación, reportan haber encontrado interacción de localidad por procedencia en altura total, diámetro basal y diámetro de copa, excepto para el número de ciclos de crecimiento en donde la mayoría de las procedencias siguieron un mismo patrón en ambas localidades, sin embargo, las procedencias de Santa Anita, Coah. , Puerto San Juan, Coah. y Placetas, N.L. no siguieron la misma tendencia.

Cardenaz, (2010) evaluó la cobertura no se encontraron diferencias significativas, pero numéricamente, se obtuvo la mejor cobertura en el tratamiento 2 (Maguey verde), con un crecimiento de 6.22cm.

Ramírez *et al.*, (2001) en la evaluación de ensayo de procedencia/progenie en vivero de *Pinus teocote* Schl & Cham. encontraron diferencias significativas para la variable altura entre procedencias así como también en la variable del diámetro. Mientras que las familias dentro de procedencias presentaron diferencias altamente significativas en todos los tiempos.

Mendizábal *et al.*, (1999) al realizar prueba de procedencias/progenie de *Pinus oocarpa* schiede en el Municipio de E. Zapata, Veracruz, México, encontraron diferencias significativas y entre familias anidadas en procedencias para la variable altura, sin embargo en diámetro, solo hubo diferencias significativas a nivel de familias anidadas en procedencias.

El análisis de varianza mostró que no existe interacción entre localidades por procedencia en la mayoría de las características evaluadas excepto para la variable sobrevivencia. Las razones podrían estar relacionadas a la cantidad de muertos de cada localidad. O tal vez, podría estar relacionadas a la genética de la especie, sin embargo, también a la limitación diferenciada a los factores edafológicos y climáticos en cada localidad, sin embargo de estos últimos no se cuenta con información suficiente, para atribuir las diferencias encontradas.

Lo que sí es evidente que la localidad San José Carbonerías presenta las mejores condiciones para el crecimiento en altura, diámetro basal y cobertura.

## V CONCLUSIONES

- ❖ A cinco años de la plantación se muestra con un 32.88% de sobrevivencia debido a los factores que influyeron en la plantaciones.
- ❖ La localidad de San José Carbonerías mostró ser el sitio de mayor crecimiento ya que las variables de altura, diámetro de copa y el diámetro basal fueron las de mayor valor.
- ❖ La procedencia de mayor valor para las variables de altura, diámetro de copa y diámetro basal fue Palmas Altas.
- ❖ La procedencia de mayor valor con respecto a la variable sobrevivencia es la de Lomas del Orégano Mazapil Zac.
- ❖ La procedencia de mayor valor para la localidad Los Lirios Arteaga, Coah. fue la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah. por presentar mayor sobrevivencia, cobertura y diámetro de copa, sobre la variable altura la procedencia de Palmas Altas saltillo. Coah.
- ❖ La procedencia que presento mayor valor para la localidad Jagüey de Ferniza fue Palmas Altas, Saltillo, Coah. por presentar mayor diámetro basal e incremento en altura.

## VI RECOMENACIONES

Los pinos de esta especie deben ser plantados dado al valor comestible de las semillas y su impacto en el mercado, también tienen valores ornamentales debido a su forma atractiva y su resistencia de la sequía para la restauración de suelos degradados especialmente en el norte de México.

Por lo que se recomienda:

Seguir realizando evaluaciones en los ensayos, para observar el crecimiento de las cinco especies.

Realizar mantenimiento a los ensayos como deshierbes, riegos, controlar a los roedores y carpófagos.

En futuras evaluaciones, evaluar la sobrevivencia de las plantas de semillero, incidencia de plagas y enfermedades, y presencia de micorrizas, para manejar la especie para incrementar su supervivencia a largo plazo.

Evaluar para cada sitio el efecto de la plantación sobre las propiedades físicas y químicas del suelo y la cantidad de materia orgánica que aporta cada uno de estos.

Establecer otros ensayos de procedencias de la misma especie en otros sitios de Coahuila, Zacatecas, San Luis Potosí, y Querétaro e Hidalgo a fin de confirmar los resultados obtenidos en el presente estudio para encontrar las poblaciones más adecuadas, desde el punto de vista de adaptabilidad y crecimiento para cada sitio de plantación.

En las reforestaciones con fines de restauración de suelos degradados se recomienda para la localidad de San José Carbonerías, Zac., la procedencia Palmas Altas, Saltillo, Coah., por presentar mayor altura total, diámetro basal, diámetro de copa.



## VII LITERATURA CITADA

- Alba L., J., L. Mendizábal H. y A. Aparicio R. 1998. Respuesta de un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. En Coatepec, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 1(1):25-28.
- Ávila, A. 1985. Caracterización de los piñoneros *Pinus cembroides* Zucc. y *P. discolor* Bailey & Hawks., de las serranías meridionales del estado de San Luis Potosí, México. Tesis de licenciatura. Facultad de Biología, Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Mich. 101 pp.
- Caballero, M. y R. Ávila. 1989. Importancia actual y potencial de los piñoneros en México. In: Flores, J. D., L. J. Flores, M. E. García y R. H. Lira (comp.). *Memorias del III Simposio Nacional Sobre Pinos Piñoneros*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro - Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Saltillo, Coah. pp 18-22.
- Cabrera, J. A. y M. Gómez. 2005. Análisis florístico de La Cañada, municipio El Marqués, Querétaro. *Biología Scripta* 2(2): 49-62.
- Cardenaz, L., V.B., 2010. Ensayo de Adaptación de Cuatro Procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en el Municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 39 p.
- Callahan, R. Z. 1964. Investigación de procedencias: estudio de la diversidad genética asociada a la geografía. *Unasylava* 18(73-74): 40-50. FAO, Roma.
- Capó A., M. A. 2001. Establecimiento de plantaciones forestales: Los ingredientes del éxito. Buenavista, Saltillo, Coahuila p 15.

- CETENAL. 1972a. Carta de uso de Suelo. G14 C42 Sierra el Laurel, Coahuila. Esc. 1:50,000. Secretaría de la Presidencia.
- CETENAL. 1972b. Carta Edafológica. G14 C42 Sierra el Laurel, Coahuila. Esc. 1:50,000. Secretaría de la Presidencia.
- CETENAL. 1973a. Carta de uso de Suelo. G14 C62 Concepción del Oro. Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1973b. Carta Edafológica. G14 C62 Concepción del Oro. Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1974. Carta de uso potencial. G14 C72 Tanquecillos. Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1975. Carta geológica. G14 C43 Agua Nueva. Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1975. Carta edafológica. G14 C72 Tanquecillos. Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1976. Carta edafológica. G14 C43. Agua Nueva Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1976. Carta geológica G14 C35. San Antonio de las Alazanas Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1976. Carta geológica G14 C43. Agua Nueva. Esc. 1:50,000. México.
- CETENAL. 1977. Carta edafológica G14 C35. San Antonio de las Alazanas. Esc. 1:50,000. México.
- CONAGUA. 1995a. Información meteorológica del estado de Coahuila. Datos de la estación climatológica. San Antonio de las Alazanas, Municipio de Arteaga, Coahuila. 68p.
- CONAGUA. 1995. Información meteorológica del estado de Coahuila. Datos de la estación climatológica. Agua Nueva, Municipio de Saltillo, Coahuila. 29p.
- DETENAL. 1978. Carta de uso potencial. San Antonio de las Alazanas. Esc. 1:50,000. México.

- Earle, J. C. 2007. Gymnosperm data base. [Http:www.conifers.org/index.htm](http://www.conifers.org/index.htm) .Fecha de actualización 13 de junio del 2006.
- Eguiluz P., T. 1978. Ensayos de integración de los conocimientos del género *Pinus* en México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 623 p.
- FAO. 2000. Métodos de plantación forestal en zonas áridas 265pp.
- Farjon, A. 2003. The remaining diversity of conifers. *Acta Horticultura*. (ISHS) 615:75-89.
- Farjon, A. C.; Page, N. 1999. Conifers: status survey and conservation action plan. IUCN/Species Survival Commission Conifer Specialist Group, International Union for Conservation of Nature and Natural Resources, Gland, Switzerland.
- Farjon, A., J. A. Pérez de la Rosa y B. Styles. 1997. A field guide to the pines of Mexico and Central America. The Royal Botanical Garden, Kew and the University of Oxford. Oxford, UK. 146 pp.
- Farjon, A. 1996. Biodiversity of *Pinus* (Pinaceae) in Mexico: speciation and palaeoendemism. *Bot. J. Linn. Soc.* 121:365–384.
- García A., A. y M.S. González. 2003. Pinaceas de Durango. Instituto de ecología, A.C. Comisión Nacional Forestal. México. 187p.
- Gordon, G. 1858. The Pinetum: being a sinopsis of all coniferous plants at present known, with descriptions, populations and synonyms. Henry G. Bohn, London, UK.
- Hawley, C. R. y D. M. Smith. 1972. *Silvicultura practica*. Ediciones Omega. Barcelona, España. 544pp.

- INEGI.2000. Carta topográfica. G14 C43 Agua Nueva. Esc. 1:50, 000. México.
- INEGI.2001. Carta topográfica. G14 C33 San Antonio de las Alazanas. Esc. 1:50, 000. México.
- INEGI.2004. Carta topográfica. G14 C72 Tanquecillos. Esc. 1:50, 000. México.
- Kellison, R. C. 2002. Forestry trends in transition. In: Proceedings of symposium on Technical, Social and Economical Issues of Eucalyptus, University of Vigo, Pontevedra, Spain, 6 pp.
- Leding F. T, M. A., Capó-Arteaga, P D Hodgskiss, H Shay, C Flores Lopez, M T Conkle, B Bermejo-Velasquez (2001) Genetic diversity an manting system of a rare Mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). Am. J. Bot. 88:1977-1987.
- López O., L. A., 2010. Sobrevivencia y crecimiento de cinco especies de coníferas en tres localidades de la sierra de Artega, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 79 p.
- Maas P., J., J. J. García M. y M. A. Cervantes S. 1995. Ensayo de especies y procedencias de árboles en el Campo Experimental Barranca de Cupatitzio. Ciencia Forestal 20 (78):111-141
- Mendizábal H., L., J. Alba L. y V. Robillo C. 1999. Prueba de procedencia/progenie de *Pinus oocarpa* Schiede en el municipio de Zapata, Veracruz, México. Foresta Veracruzana 1(2):9-12.
- Navarro M., J., A. Vela L., J. Muñoz E., F. Ibarra S. y D. Ayerde L. 2000. Establecimiento y manejo de plantaciones bajo sistemas de agroforestales en el estado de Guerrero. In: I congreso nacional de reforestación. Resúmenes de ponencias. SEMARNAT- PRONARE-CP. Montecillo, Estado de México. P. s/n.

- Niembro, R.A., Musalem, M.A. y Ramirez H.M.1978. Efecto del tamaño y color de las semillas en *Pinus hartwegii* Lind. En la germinación. Ln: Plantaciones forestales Primera Reunión Nacional. Dirección General de Investigaciones y Capacitación forestal. SARH. México. Publicación especial No.13. pp. 110 - 117.
- Passini, Marie Françoise (1982). Les Forest de Pinus cembroides au Mexique. Mision Archeologique et Francise au Mexique. Estudos Mesoamericanas II-5 Editions Recherche sur les cibilisations.
- Patiño, V.F y Garzon, B.L. 1976. Manual para establecimiento de ensayos y procedencias Bol. Div. Inst. Nac. Invest. For. 43. Mexico 61p.
- Perry, J.P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press, Portland, Oregon.
- Perry, J. P. jr., A. Graham y M. D. Richardson. 1998. The history of pines in México and Central America. In. M.D. Richardson (ed). Ecology and biogeography of Pinus Cambridge University Press. Cambridge, UK. pp: 137-149.
- Price, R. A., A. Liston y S. H. Strauss 1998. Phylogeny and systematic of *Pinus*. In: M. D. Richardson (ed). Ecology and Biogeography of *Pinus*. Cambridge University Press Cambridge, UK. pp: 49-68
- Quijada, M.R. 1980. Selección de árboles forestales. En: mejora genética de árboles forestales. Estudios FAO, Montes No. 20. Roma, Italia. pp. 169-176.
- Ramírez G., J 2008. Ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres localidades del norte de México. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila.59p.

- Ramírez G. E. O., Alba I. j., Mendizábal H. L. del C. 2001. Evaluación en vivero de un ensayo de procedencias/progenie de *Pinus teocote* schl & cham. Foresta veracruzana. Xalapa México. 3(1): pp27-35.
- Ramírez- Herrera., C., J.J. Vargas Hernandez. y J. López Upton. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones de *Pinus greggii*. Acta Botánica Mexicana 72:1-16.
- Ríos C, E. de los;De Hoogh, R.;Návar, Cháidez, J. J. 2008. Ensayos de especies con pinos piñoneros en el nordeste de México *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*, Vol. 14, Núm. 2., pp. 97-104.Universidad Autónoma Chapingo
- Ruiz A.V. 2003. Ensayos de procedencias de *Pinus oaxacana* Mirov en dos localidades de la región Mixteca Alta Oaxaqueña. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 93 p.
- SEMARNAT. 2001. Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001), protección ambiental – Especies nativas de México de flora y fauna silvestre categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en Riesgo. Diario Oficial de la Federación.
- Segura G. y Snook L.C. 1992. Stand dynamics and regeneration patterns of a pinyon forest in east in east central México. *Forest Ecology and Management* 47:175 - 194p.
- Vargas H., J.J., B. Bermejo V. y F. T. Ledig. 1997. Manejo de recursos genéticos forestales. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Mexico, y División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo, México.252 p.

- 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. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(1):27-32.
- Villarreal C., R. 1994. Obtención y manejo de germoplasma forestal para la producción de planta. In: IV reunión nacional sobre plantaciones forestales, Resúmenes de ponencia. SARH. México, D.F. p. 6.
- Villaseñor, J. L. 1991. Las Heliantheae endémicas de México: una guía hacia la conservación. *Acta Bot. Mex.* 15: 29-46.
- Viveros V., V., C. Sáenz R., J. J. Vargas H., J. López U. 2006. Variación entre procedencias de *Pinus pseudostrabus* establecidas en dos sitios en Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(2): 575-587.
- Zitácuaro C. F. H y Aparicio R. A. 2004. Variación de la altura de *Pinus oaxacana* Mirov de tres poblaciones de México. *Foresta veracruzana* 6(1). pp 21-26.
- Zobel, B. y Talbert, J. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Noriega Edit. Limusa. México, D.F. 545 p.

## VIII. APENDICE

### 7.1 Análisis de varianza para la variable sobrevivencia

PROCEDIMIENTO GML.

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>SUMA DE CUADRADOS</b>	<b>CUADRADO DE LA MEDIA</b>	<b>F- VALOR</b>	<b>PR&gt;F</b>
<b>Modelo.</b>	2	554.3722222	277.1861111	108.98	<.0001
<b>Error.</b>	33	83.9333333	2.5434343		
<b>Total correcto.</b>	35	638.3055556			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>Sob Media</b>	
	0.868506	25.97888	1.594815	6.138889	

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo I SS</b>	<b>CUADRADO DE LA MEDIA</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Loc	2	554.3722222	277.1861111	18.98	<.0001

<b>Fuente</b>	<b>DF</b>	<b>Tipo I SS</b>	<b>CUADRADO DE LA MEDIA</b>	<b>F-Valor</b>	<b>Pr &gt; F</b>
Loc	2	554.3722222	277.1861111	108.98	<.0001



## 7.2 Prueba de tukey para la variable sobrevivencia

### 7.2.1 Procedencia palmas altas.

Tukey Agrupamiento	Media	Número de Observaciones	Loc.
A	10.200	5	1
B	3.667	3	2
B			
B	1.667	3	3

### 7.2.2 Procedencia lomas del Orégano Mazapil Zacatecas.

Tukey Agrupamiento	Media	Observaciones	Loc.
A	11.6000	5	1
B	3.0000	4	2
B			
B	2.5000	2	3

### 7.2.3 Procedencia garambullo.

Tukey Agrupamiento	Media	observaciones	Loc.
A	10.400	5	1
B	3.800	5	2
B			
B	2.000	4	3

### 7.3 Análisis de varianza para la variable cobertura

Fuente	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F- VALOR	PR>F
<b>Modelo.</b>	8	9158334.03	1144791.75	8.06	<.0001
<b>Error.</b>	28	3975196.05	141971.29		
<b>Total correcto.</b>	36	13133530.08			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>Cob Media</b>	
	0.697325	57.09479	376.7908	659.9390	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Loc.</b>	2	7517633.225	3758816.612	26.48	<.0001
<b>Proce.</b>	2	644144.555	322072.277	2.27	0.1222
<b>loc*proce</b>	4	996556.255	249139.064	1.75	0.1661

Fuente	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Loc.</b>	2	7241525.394	3620762.697	25.50	<.0001
<b>Proce.</b>	2	385534.041	192767.021	1.36	0.2736
<b>loc*proce</b>	4	996556.255	249139.064	1.75	0.1661

#### 7.4 Análisis de varianza para la variable diámetro basal

Fuente	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F- VALOR	PR>F
<b>Modelo.</b>	8	622.3683038	77.7960380	11.96	<.0001
<b>Error.</b>	28	182.1071464	6.5038267		
<b>Total correcto.</b>	36	804.4754502			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>db Media</b>	
	0.773632	21.25194	2.550260	12.00013	

Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Loc.</b>	2	525.2592057	262.6296029	40.38	<.0001
<b>Proce.</b>	2	34.3271277	17.1635639	2.64	0.0891
<b>loc*proce</b>	4	62.7819704	15.6954926	2.41	0.0726

fuentes	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Loc.</b>	2	514.6085433	257.3042717	39.56	<.0001
<b>Proce.</b>	2	20.5908824	10.2954412	1.58	0.2232
<b>Loc*proce.</b>	4	62.7819704	15.6954926	2.41	0.0726

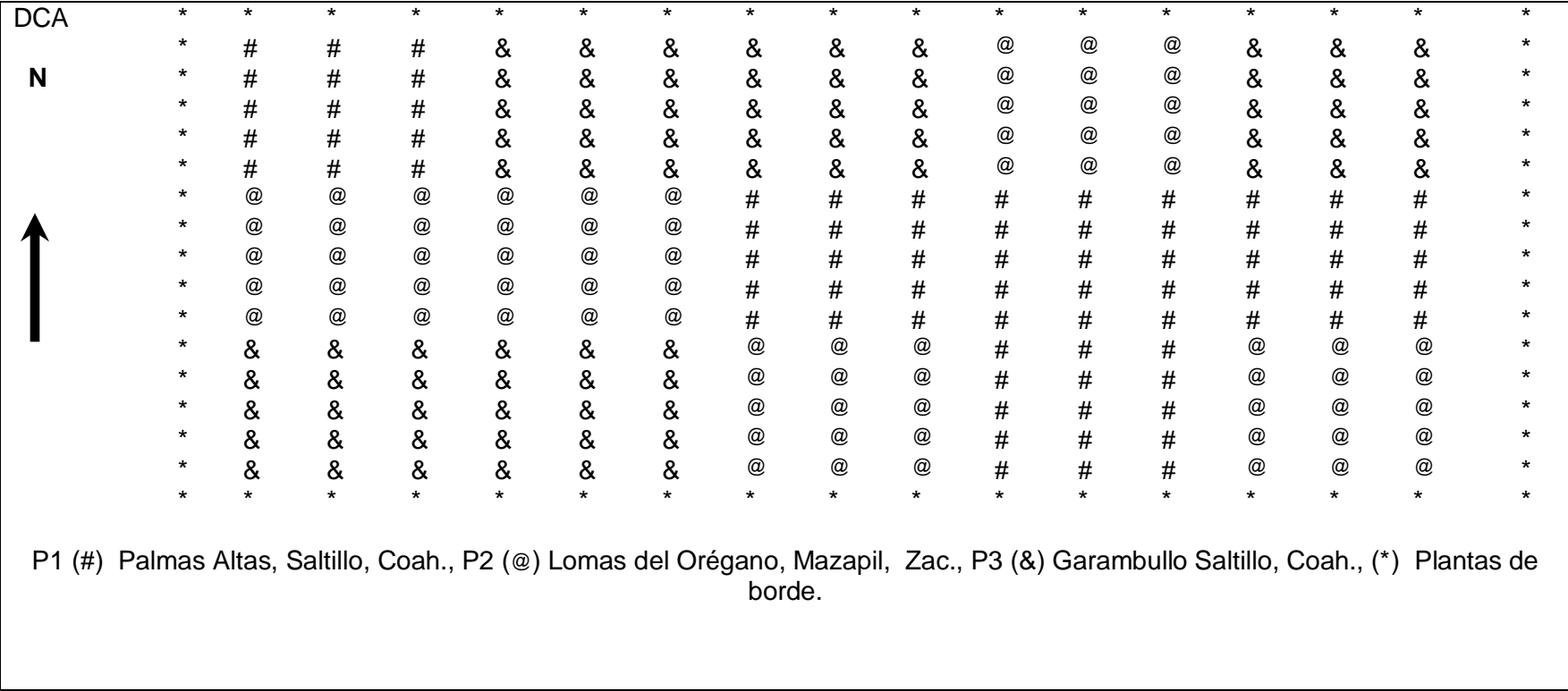
### 7.5 Análisis de varianza para la variable altura

Fuente	DF	SUMA DE CUADRADOS	CUADRADO DE LA MEDIA	F- VALOR	PR>F
<b>Modelo.</b>	8	4957.183511	619.647939	8.35	<.0001
<b>Error.</b>	28	2078.416500	74.229161		
<b>Total correcto.</b>	36	7035.600011			
	<b>R-cuadrado</b>	<b>Coef. Var</b>	<b>Raíz MSE</b>	<b>ht Media</b>	
	0.704586	26.44624	8.615635	32.57792	

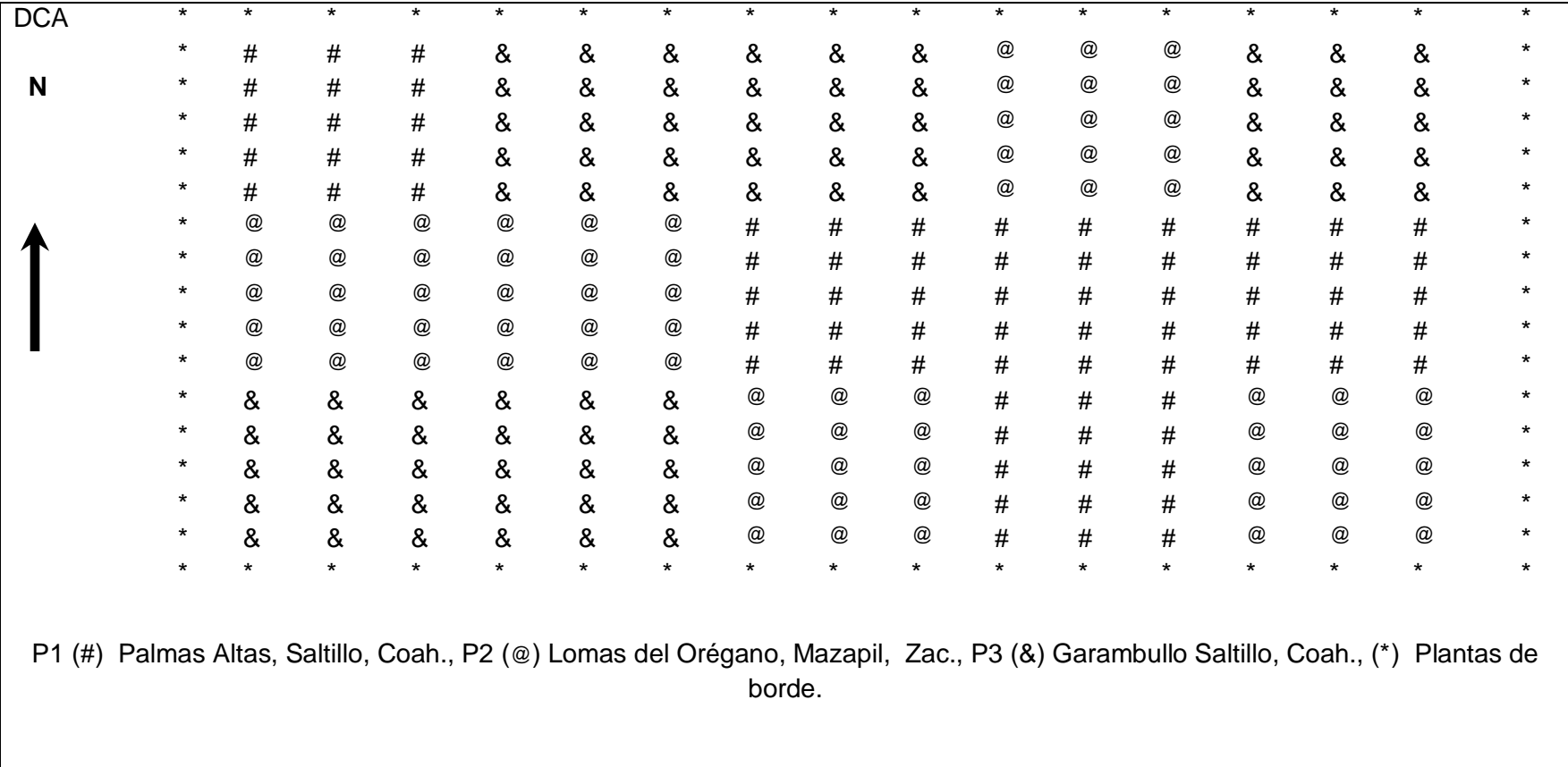
Fuente	DF	Tipo I SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Loc.</b>	2	4036.863267	2018.431634	27.19	<.0001
<b>Proce.</b>	2	523.880686	261.940343	3.53	0.0430
<b>loc*proce</b>	4	396.439558	99.109889	1.34	0.2815

fuentes	DF	Tipo III SS	Cuadrado de la media	F-Valor	Pr > F
<b>Loc.</b>	2	3839.608997	1919.804498	25.86	<.0001
<b>Proce.</b>	2	370.785599	185.392799	2.50	0.1004
<b>Loc*proce.</b>	4	396.439558	99.109889	1.34	0.2815

Croquis del ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecido en el Ejido de San José Carbonerillas Zac.



Croquis del ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecido en el Ejido de Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.



Croquis del ensayo de tres procedencias de *Pinus pincea* Gordon, establecidos en los Lirios Arteaga, Coah.

