

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**



**Ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres  
localidades del norte de México**

**Por**

**JOEL RAMÍREZ GARCÍA**

**TESIS**

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

***Ingeniero Forestal***

***Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.***

***Noviembre 2008***

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres  
localidades del norte de México.**

Por

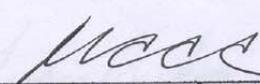
**JOEL RAMÍREZ GARCÍA**

**TESIS**

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

**INGENIERO FORESTAL**

**ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MIGUEL A. CAPO ARTEAGA**

**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN DE  
AGRONOMÍA**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MARIO ERNESTO VÁZQUEZ  
BADILLO**

**División de Agronomía  
Coordinación.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre 2008**

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA  
ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA**

**Ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en tres  
localidades del norte de México.**

Por  
**JOEL RAMÍREZ GARCÍA**

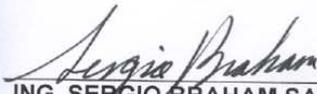
**TESIS**

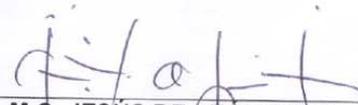
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO FORESTAL**

**APROBADA:**

  
\_\_\_\_\_  
**DR. MIGUEL A. CAPO ARTEAGA  
ASESOR PRINCIPAL**

  
\_\_\_\_\_  
**ING. SERGIO BRAHAM SABAG  
ASESOR**

  
\_\_\_\_\_  
**M.C. JESÚS DE LEÓN ROSALES  
ASESOR**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.**

**Noviembre 2008**

El presente trabajo forma parte del proyecto de investigación “Ecología, Genética de Poblaciones y Estrategias de Conservación de Poblaciones Naturales de *Pinus pinceana*”. SEMARNAT-2002-C01-1429

## AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” (mi ALMA TERRA MATER) por abrirme sus puertas y dar una paso más en mi formación profesional.

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.

Al Ing. Sergio Braham Sabag, maestro del Departamento Forestal por las valiosas aportaciones al presente documento, así como a su aportación a mi formación académica.

Al M. C. Jesús de León Rosales, encargado del área de desarrollo forestal de la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales del Estado de Guerrero por la revisión y aportación al presente documento.

Al M. C. Salvador Valencia Manzo, maestro del Departamento Forestal por brindarme su amistad incondicional y por ser parte fundamental de mi formación académica.

Al Ph. D. Eladio H. Cornejo Oviedo, profesor del Departamento Forestal por sus grandes consejos durante mi formación académica.

A los profesores del Departamento Forestal que de alguna ú otra forma compartieron sus conocimientos formando parte de mi formación académica y por su amistad otorgada durante mi estancia en la Universidad.

Al M. C. Arnoldo Oyervides García, por sus consejos transmitidos como parte de mi formación profesional y su amistad otorgada.

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

A Elia Mónica Sosa Flores, por su apoyo incondicional, así como su confianza y amistad brindada durante el transcurso de la elaboración de la tesis.

A mis compañeros de generación que compartieron su amistad y me brindaron su apoyo durante mi estancia en la universidad.

## DEDICATORIA

### A mis, padres:

**Celestina García Martínez y Félix Ramírez Aquino †**

Con todo mi amor y cariño por ser los incansables formadores de mi persona a lo largo de mi vida dándome su ejemplo y humildad que siempre los a caracterizado, por aquellos sacrificios de parte suya, desvelos y preocupaciones que pasaron pensando en mi, para lograr uno de los más grades sueños de su hijo se hiciera realidad, por las más grande herencia que me quisieron dar con mucho gusto gracias, los quiero mucho.

### A mis hermanos:

**Noe, Félix y Maria Esther Ramírez García**

Por el apoyo que siempre me han demostrado, y la buena convivencia que hemos tenido durante toda la vida, así como por las limitaciones y privaciones de muchas cosas que no se merecían y que soportaron para que yo saliera adelante y en especial a mis hermanos **Noe y Maria** que han sido un ejemplo a seguir para mí.

### A mis abuelos

A mis abuelos que siempre me dieron consejos para que saliera adelante y terminara la carrera profesional, por todo el cariño que me han brindado y todo lo que aún puedo aprender de su sabiduría.

### A mis tíos y primos

Que siempre me han apoyado y que estuvieron al tanto de mis estudios, gracias por todo.

**En especial:**

A mi sobrina, **Guadalupe Yaradsse Ramírez García**, por que siempre fue mi esperanza y mi fortaleza para seguir adelante y por todo el apoyo moral, cariño y comprensión que me ha dado, gracias.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS .....	iv
ÍNDICE DE FIGURAS .....	v
RESUMEN GENERAL .....	vi
I INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Objetivo .....	2
1.2 Hipótesis.....	2
REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Factores que ocasionan el deterioro del bosque.....	3
2.2 Ensayos de procedencias .....	3
2.2.1 Variables de importancia económica.....	4
2.2.2 Importancia de los ensayos de procedencias.....	5
2.2.3 Aplicación de los ensayos de procedencias .....	5
2.4 <i>Pinus pinceana</i> Gordon.....	6
2.4.1 Distribución.....	7
2.4.2 Importancia.....	7
2.4.3 Descripción.....	7
2.4.4 Estatus .....	8
III MATERIALES Y MÉTODOS .....	9
3.1 Descripción de las localidades experimentales.....	9
3.2 Producción de planta.....	10
3.3 Diseño experimental, procedencias y plantación .....	10
3.4 Variables evaluadas .....	11
3.5 Transformación de variables.....	12
3.6 Modelo experimental y análisis estadístico .....	13
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	15
4.1 Supervivencia.....	15
4.2 Efecto de la interacción localidad por procedencia .....	17
4.3 Diferencias entre localidades de plantación .....	22

4.4 Variación entre procedencias .....	27
IV CONCLUSIÓN .....	28
V RECOMENDACIONES .....	28
VI LITERATURA CITADA.....	31
VII APÉNDICE.....	38

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro		Página
1	Ubicación geográfica y descripción de las características en las localidades de plantación.	9
2	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.	11
3	Sobrevivencia a 16 meses de la plantación de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> , establecidas en tres localidades; dos en Coahuila y una en Zacatecas	15
4	Promedio de las localidades para las variables evaluadas a 16 meses de la plantación, de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> en tres localidades; dos en Coahuila y una en Zacatecas.	23
5	Promedio de las procedencias para las variables evaluadas a 16 meses de la plantación, de tres procedencias de <i>Pinus pinceana</i> en tres localidades; dos en Coahuila y una en Zacatecas.	27

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura		Página
1	Respuesta de la interacción localidad por procedencia de: a) altura total; b) diámetro basal en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinecena</i> Gordon, establecida en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.	18
1	Respuesta de la interacción localidad por procedencia de: a) diámetro de copa; b) numero de verticilos en un ensayo de tres procedencias de <i>Pinus pinecena</i> Gordon, establecida en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.	20

## RESUMEN

El propósito del presente trabajo fue determinar la sobrevivencia y el crecimiento entre procedencias de *Pinus pinceana* Gordon repetido en tres localidades del noreste de México, y para lo cual, las variables de estudio fueron la altura total, diámetro basal, diámetro de copa, número de verticilos y sobrevivencia, además se estudio el grado de interacción de localidad por procedencia de la especie objetivo. En agosto del 2005 se establecieron tres ensayos de procedencias de *Pinus pinceana* en las localidades de Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah., Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah. y San José carbonerillas, Mazapil, Zac. estas ubicadas en el noreste de México, en dichas localidades se establecieron sitios experimentales con diseños completamente al azar dado a las condiciones geográficas en las que se encuentran las unidades experimentales, y para ello, se utilizó material experimental de tres procedencias de la misma especie, éstas fueron: Palmas Altas Saltillo, Coah, Lomas del Orégano Mazapil, Zac., y Garambullo, Saltillo, Coah., una vez que la plantación alcanzó la edad de 16 meses se realizaron las primeras evaluaciones en campo y como resultado de esta ultima en las unidades experimentales se encontró una sobrevivencia global del 87.8 %, en la que sobresalió la localidad de San José Carbonerillas, Zac., mientras que la localidad Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah., presentó la menor sobrevivencia al igual que la procedencia Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah , los resultados que mostró la variable altura de las plantas en la localidad de San José Carbonerillas fue superior en comparación a las localidades de Jagüey de Ferniza y Los Lirios, Arteaga, en donde las variables de altura total, diámetro basal, diámetro de copa y número de verticilos mostraron un comportamiento similar. Por otra parte, es importante recalcar que el efecto principal entre procedencias no demostró diferencias significativas. Sin embargo, se detecto efecto de la interacción localidad por procedencia en la mayoría de las variables excepto par la variable sobrevivencia.

**Palabras clave:** *Pinus pinceana*, Ensayo de procedencias, Especies raras y/o amenazadas, Especies endémicas.

## I. INTRODUCCIÓN

México se caracteriza por una inmensa riqueza de flora en los bosques y selvas que se correlaciona con una diversidad de fauna extraordinaria, pues las plantas son el sustrato básico de todo ser viviente. Además de esta riqueza, 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 ubican al país entre los primeros en el planeta en tasa de deforestación (Magaña y Villaseñor, 2002).

La conservación se ha convertido en un tema de importancia mundial, tanto para los gobiernos de los países desarrollados como aquellos subdesarrollados, así como la sociedad en general porque se ha incrementado la conciencia sobre este tema (Alba *et al.*, 1998). Para ello, es necesario incluir programas de ensayos de progenies y procedencias en diferentes ambientes a lo largo de una distribución natural de la especie encaminado a la obtención de semilla mejorada para el éxito de los programas de reforestación (Mendizábal *et al.*, 1999). Sin embargo, a pesar de que los esfuerzos de colecta de semilla y establecimiento de experimentos como es el caso de *Pinus greggii* Engelm. han sido de los más destacados en México, hasta la actualidad no existe un programa integrado de conservación a nivel nacional (Viveros *et al.*, 2006). Se trata más bien de intentos particulares de producción de germoplasma para abastecer programas locales de plantaciones y mas no con el propósito de conservación *ex situ* (Parraguirre *et al.*, 2002; Ramírez *et al.*, 2005).

Una estrategia adecuada de conservación de recursos genéticos forestales requiere, además de las medidas de conservación *ex situ*, del manejo apropiado de las poblaciones en su hábitat nativo (Viveros *et al.*, 2005). Esta es la manera de asegurar la continuidad del proceso evolutivo de la especie de interés en su área de distribución natural (Parraguirre *et al.*, 2002). Razón por la cual, no se han evaluado procedencias de *Pinus pinceana* Gordon bajo este enfoque, pese a la relativamente amplia distribución de la especie.

## **Objetivo**

Evaluar la sobrevivencia, la altura total, diámetro basal, diámetro de copa y el número de verticilos en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon repetido en tres localidades del noreste de México.

### **Las hipótesis nulas son:**

Ho:

No existen diferencias entre localidades de prueba, para el promedio de procedencias de *Pinus pinceana*, para las variables sobrevivencia, altura total, diámetro basal, diámetro de copa y el número de verticilos

Ho:

No existen diferencias entre las tres procedencias de *Pinus pinceana* evaluadas en cada localidad para las variables en estudio.

Ho:

No existe interacción localidad por procedencia, de *Pinus pinceana*, para las variables sobrevivencia, altura total, diámetro basal, diámetro de copa y el número de verticilos.

## II. REVISIÓN DE LITERATURA

### 2.1 Factores que ocasionan el deterioro del bosque

La atención al problema del deterioro de los suelos es inminente, por ello, es importante el establecimiento de plantaciones forestales con fines de conservación de suelos erosionados y de la cubierta vegetal, la cual, constituye una de las demandas más importantes en el norte de México (Jiménez, 2005). Una alternativa para contrarrestar estos efectos, se puede encontrar en los ensayos de procedencias o especies con origen geográfico y fuente parental conocida, puesto que la especie y la fuente de semilla determinan en gran parte el éxito en las plantaciones forestales, ya sea para fines comerciales o de restauración de suelos (Zobel y Talbert, 1988; Capó *et al.*, 1993).

### 2.2 Ensayos de procedencias

El ensayo de procedencias consiste en la recolección de semilla de alguna especie cualquiera en diferentes puntos geográficos o fuentes de origen, ubicados en el área de distribución natural, y en su establecimiento y evaluación en parcelas experimentales en las localidades de interés, con el propósito de determinar la mejor procedencia para cada localidad en particular (Mendizábal *et al.*, 1999).

Al realizar experimentos con especies forestales no se habla de razas, variedades, etc., sino de procedencias, es decir, lugares concretos donde se encuentra un rodal de árboles y por extensión, las semillas recolectadas en ese lugar así como las plantas obtenidas para su germinación (Bouvarel, 1978; Spurr y Barnes, 1982). Con frecuencia en los programas de mejoramiento genético, un grupo de genotipos se prueba en un sólo ambiente y su rendimiento se extrapola a otros ambientes, cuando en realidad su rendimiento relativo podría ser distinto si se les

cultivara bajo otras condiciones (Zobel y Talbert, 1988), debido a la posible presencia de la interacción genotipo - ambiente, siempre es obligatorio, que las pruebas genéticas se efectúen en ambientes múltiples (Bermejo, 1980). Una vez evaluadas es importante tomar en cuenta el seguimiento de los estudios de dichos experimentos para observar la respuesta de las especies (Mas *et al.*, 1995; Ornelas, 1997; Juárez *et al.*, 2006). Por lo tanto, es importante realizar los ensayos de procedencias para coadyuvar a incrementar el conocimiento, y dar alternativas de uso y conservación de las especies (Viveros *et al.*, 2006).

### **2.2.1 Variables de importancia económica**

Los caracteres productivos y descriptivos pueden evaluarse provechosamente tanto en la fase de vivero (Manzano, 1993; Farfán *et al.*, 2002) como en la etapa de campo (Mas *et al.*, 1995). Generalmente las variables de mayor importancia económica para el productor son: la sobrevivencia, la altura y el diámetro (López *et al.*, 2004), encontrándose diferencias significativas entre y dentro de las procedencias en altura y diámetro de los árboles (Órnelas, 1997; López *et al.*, 1999 y Ruíz, 2003), éstas características deben evaluarse anualmente hasta cinco años, durante todo el período comprendido por el ensayo (Mora y Meneses, 2004), con un muestreo frecuente en los primeros años (Manzano, 1993; Órnelas, 1997). Sin embargo, las mediciones más útiles del rendimiento se efectúan en la fase adulta del arbolado (Mas *et al.*, 1995). Otras características importantes que deben evaluarse en todas las fases son fenología del crecimiento y de la floración, y productividad de semilla, lo cual puede requerir una observación intensiva durante varios años (Rodríguez *et al.*, 1993). Por lo tanto, en todas las etapas es importante registrar la reacción a factores ambientales y bióticos desfavorables en todas las etapas; ya que al observarse daños bióticos se impone identificar el agente causal (Zobel y Talbert, 1988; Mora y Meneses, 2004).

## **2.2.2 Importancia de los ensayos de procedencias**

La genética forestal hace énfasis en las ganancias de producción obtenidas en biomasa, la cual es permanente y heredada por generaciones futuras (Zobel y Talbert, 1988), considerando además que a largo plazo se puede obtener especies resistentes a plagas y enfermedades (Hernández, 1998). A su vez, la existencia del mejoramiento genético forestal facilita la existencia de poblaciones uniformes que son de gran importancia para disminuir costos e incrementar la productividad (López *et al.*, 2004). En *Pinus greggii* se han encontrado diferencias en crecimiento en diámetros de 3.7 cm y altura de hasta 1.8 m a los 18 meses de la plantación (López *et al.*, 1999). El éxito de los programas de mejoramiento genético forestal se basan en la capacidad que tenga el árbol para transmitir sus características a la siguiente generación (Daniel *et al.*, 1982).

Con los resultados de ensayos de procedencias es posible planear programas de reforestación para aumentar la producción de los bosques comparado con uno natural (Mas *et al.*, 1995; Vargas *et al.*, 1997).

## **2.2.3 Aplicación de los ensayos de procedencias para plantaciones**

En México existen 42 especies de *Pinus* que tienen potencial para ser utilizadas en plantaciones forestales comerciales en ambientes diversos (Salazar *et al.*, 1999), por lo cual se han realizado diversos trabajos con el género *Pinus*, con la finalidad de conocer más a fondo las características de los árboles que se puedan utilizar para aumentar la productividad forestal (López *et al.*, 1999).

Mas *et al.* (1995) mediante un ensayo de procedencias obtuvieron los primeros resultados preliminares para seleccionar las procedencias más prometedoras para la obtención de la semilla para la reforestación del área de

estudio; resultando mejor la procedencia Paraje La Nieve, camino Apatzingán a Dos Aguas Coalcomán, Michoacán. Por otra parte, se busca que los resultados de los ensayos de procedencias sean bien adaptados para fomentar más plantaciones forestales sostenibles y más rentables, especialmente cuando el objetivo es obtener madera de buena calidad y un alto rendimiento (Mora y Meneses, 2004).

### **2.3 *Pinus pinceana* Gordon**

*Pinus pinceana* es una especie leñosa que se caracteriza y constituye la estructura fundamental de ciertos ecosistemas forestales que se encuentran en ambientes semiáridos a lo largo de la Sierra Madre Oriental, adaptada a extremas condiciones de aridez de los márgenes del desierto (Perry, 1991). Esta especie es considerada un cultivo potencial para la producción de piñones y leña, creciendo en zonas semiáridas (Caballero y Ávila, 1985; Passini, 1985). La temperatura media de las áreas donde habita *P. pinceana* oscila entre los 17 y los 20 °C y la precipitación se encuentra entre 300 y los 800 mm anuales (Eguiluz, 1978; Perry, 1991). Su rango altitudinal donde se encuentra se extiende desde los 1500 en San Luis Potosí, hasta 2700 msnm en Querétaro, siendo los 1900 msnm donde se encuentra con mayor abundancia principalmente en los estados de Coahuila (Martínez, 1948; Eguiluz, 1978).

*P. pinceana* presenta cualidades fisiológicas que contribuyen a su resistencia a la sequía, motivo por el cual se ha adaptado a un rango de condiciones de climas semidesértico, suelos calizos, pedregosos, muy delgados y pobres en materia orgánica (Eguiluz, 1978; Passini, 1985). 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). Mas *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.

### **2.3.1 Distribución**

Ledig *et al.* (2001) reportan que esta especie se encuentra dispersa en colinas rocosas y montañosas y muy secas de Sierra Madre Oriental principalmente en los estados de Coahuila y como pequeñas poblaciones dispersas en los estados de Zacatecas, San Luis Potosí, Querétaro e Hidalgo. Rzedowski (1978) y Ledig *et al.* (2001) mencionan que como otras especies de piñoneros tienen una distribución restringida en México y en apariencia no constituye elementos dominantes en los bosques, sino muy localmente. Martínez (1948) la considera como endémica en México, la cual tiene una asociación vegetal de bosque de pino con matorral desértico. Eguiluz (1978) señala que se encuentra formando poblaciones discontinuas y en pequeños rodales, pero también se le ve asociado con otras especies propias de matorrales desérticos.

### **2.3.2 Importancia**

Su madera se utiliza para fines domésticos como leña, postes para cercas, y muebles rústicos; sus piñones son comestibles y dentro de la región se venden en el mercado; así mismo puede ser una especie exitosa para fines de restauración de suelos (Martínez, 1948; Eguiluz, 1978; Caballero y Ávila 1985).

### **2.3.3 Descripción**

*Pinus pinceana* es un árbol de bajo porte (15 a 20 m) con ramas colgantes y copa redonda, presenta conos oblongos de 6 hasta 9 cm con un pedúnculo de 20 mm de largo; simétricos, colgantes y pronto caedizos; de color rojizo o amarillento

anaranjado, brillantes, relativamente pocas escamas gruesas, de umbo dorsal muy grueso e irregular de 33 mm de largo por 25 mm de ancho y apófisis poco levantada. Las aquillas son claramente marcadas, en cuyo centro del piñon es comestible. Comúnmente se encuentran dos semillas por escama, a veces solamente se desarrolla una de los dos que corresponde a cada escama (Martínez, 1948; Perry, 1991).

#### **2.3.4 Estatus**

Por otra parte, 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 Carbonerillas, Mazapil, Zac. y la tercera en el Ejido Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah. (Cuadro 1).

Cuadro 1. Ubicación geográfica y descripción de las características en las localidades de plantación.

Característica	Localidades de la plantación		
	Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah.	Ejido Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.	Ejido San José Carbonerillas Mazapil, Zac.
Ubicación geográfica	25 ° 23' 16'' N 100° 36' 10'' W	25° 14' 47'' 101°02' 17''	24°28'19.1'' 100°26'53.4''
Altitud (msnm)	2270	2 100	2090
Pendiente (%)	15	10	10
Edafología	Calcarios y rendzinas, con textura fina.	Benzina y haplico con textura fina.	Háplico con textura media
pH del suelo	7.9	8.0	7.9
Profundidad del suelo (cm)	28	23	30
% de materia orgánica	2.0	2.0	2.3
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; en los meses que se registra mayor precipitación son de junio a septiembre y los de menor son de febrero a marzo.	Temperatura media anual de 17.8 C°, con precipitación media anual de 396 mm, con inviernos frescos, con lluvias de verano con periodos cortos, correspondiendo a un clima seco, con formula BS K x' (e).	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' (e).
Vegetación	Bosque de pino, con pastizal natural.	Bosque de pino, matorral inerme y subinerme, así como pastizal natural.	Crasirosulifolios espinosos, izotal, bosque de pino, matorral inerme
Exposición	Zenital	Zenital	Zenital

(CETENAL, 1974, 1975a, 1976a, 1977; Mendoza, 1993; CONAGUA, 1995a; INEGI, 2000; 2001; 2004).

### **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%.

La preparación de sustrato y llenado de contenedores se efectuó en el mes de octubre del 2004. El sustrato que se utilizó fue una combinación de peat moss, perlita, vemiculita, la cantidad de 155, 125 y 113 litros, respectivamente, agregando 500 g de fertilizante de lenta liberación (osmocote). Al preparar la mezcla se le adicionó agua para humedecerla con el propósito de reblandecer el sustrato y facilitar el llenado de los contenedores.

Se usaron contenedores “cooper block” de 60 cm de largo, 35 cm de ancho y 12 cm 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 2006, de forma manual sembrando en cada cavidad dos semillas a una profundidad de 1 cm cubriéndola con el mismo sustrato.

### **3.3 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 (Cuadro 2) 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 (Apéndice 2 y 3).

Cuadro 2. 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.

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, crasirosulifolios espinosos

La ubicación geográfica y la altitud fueron tomadas con un receptor GPS (Trailblazer XL).

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 3 m, 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 repocisiones de plantas muertas los días 10 de abril y 14 de diciembre de 2006.

Por otra parte, es importante mencionar que en la localidad de San José Carbonerillas Zac. en etapas iniciales de la plantación hasta la última evaluación se aplicaron labores de limpieza en el área experimental, mientras que en las otras dos localidades no se realizaron estas actividades.

### 3.4 Variables evaluadas

Se evaluó la sobrevivencia considerando las plántulas iniciales y el número actual de árboles presentes. Lo cual se cálculo de la siguiente manera:

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

Desde que se realizó la plantación en agosto del 2005, la sobrevivencia se evaluó en dos ocasiones, 10 de abril y 14 de diciembre de 2006.

Las variables dasométricas incluyeron la altura total, la cual, se midió desde la base del tallo hasta la yema apical, la cual se realizó con una regla metálica graduada en centímetros. La primera medición se realizó el 10 de abril y la segunda el 14 de 2006.

El diámetro de copa se midió con un flexómetro, dada la forma no circular de las copas se generó dos mediciones, diámetro mayor y diámetro menor, en cada planta, registrándose el promedio y cuando las copas se asemejaban a una forma circular se hizo una sola medición.

El número de verticilos se registró desde el primer verticilo que se encontraba de la base del árbol hasta el más reciente.

### 3.5 Transformación de variables

La sobrevivencia en porcentaje se transformó a valores angulares utilizando la siguiente ecuación (Cochran y Cox, 1965).

$$\text{Arcoseno} = \sqrt{X/100}$$

Donde: X= Sobrevivencia (%)

### 3.6 Modelo experimental y análisis estadístico

El análisis estadístico se realizó con el programa estadístico Statistical Analysis System (SAS) versión 9.1. La base de datos de la información dasométrica de las plántulas, fue capturada en una hoja de cálculo de Microsoft Excel.

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

Cuando se encontraron diferencias en la interacción localidad por procedencia se procedió a realizar un análisis de varianza para cada procedencia y localidad con un diseño completamente al azar.

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:

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

$$i = 1, 2, 3 \quad \text{Localidades}$$

$$k = 1, 2, 3 \quad \text{procedencias}$$

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

Para conocer si existía o no diferencia en cada procedencia y en cada localidad se procedió a realizar la prueba Tukey de comparación de medias para conocer que procedencia era diferente de las otras con  $\alpha=0.05$ .

Cuando no hubo interacción se interpretaron los efectos por localidad y procedencia y se realizó una prueba de Tukey para saber que procedencia era diferente de las otras con  $\alpha=0.05$ .

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Supervivencia

En el análisis de varianza para la variable supervivencia a 16 meses de edad de la plantación mostró que, únicamente hubo efecto entre localidades ( $p=0.0002$ ) y no hubo efecto de interacción localidad por procedencia (Apéndice 1).

La supervivencia promedio general fue de 87.8 %, que comparado con otros estudios (Hernández, 1991) el promedio encantado en el presente estudio es mayor lo que indica, que en las áreas en donde se esta desarrollando el experimento las condiciones ambientales favorecen a la especie. A nivel de localidades, el mayor valor la presentó la localidad de San José Carbonerillas mientras que la localidad de Los Lirios, Arteaga, Coah. mostró la menor supervivencia, siendo estadísticamente igual a la localidad Jagüey de Ferniza (Cuadro 3).

Cuadro 3. Supervivencia a 16 meses de la plantación de tres procedencias de *Pinus pinceana*, establecidas en tres localidades; dos en Coahuila y una en Zacatecas.

Localidades	Supervivencia (%)	$\bar{X}$ Transformadas	Agrupación Tukey ( $\alpha= 0.05$ )
Ejido de San José Carbonerillas, Zac.	99.2	85	A
Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah,	83.5	66	B
<b>Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah.</b>	80.8	64	B

\*Misma letra, significa medias estadísticamente iguales ( $\alpha= 0.05$ ).

Sin embargo, cabe recalcar que, no es relevante considerar estos datos a esta edad de la plantación ya que, posiblemente, aún no se aclimatan lo suficiente en las

localidades experimentales. Para considerar que esto sea real en un futuro y que la localidad San José Carbonerillas presente el mismo porcentaje de sobrevivencia.

Un factor que pudo haber afectado a la sobrevivencia de las plantas, es la mayor precipitación en la localidad de San José Carbonerillas, Mazapil, Zac. (455 mm) en comparación a los Lirios Arteaga (418 mm) y Jagüey de Ferniza (396 mm). O tal vez, pudiese esto ser debido a efectos del proceso de plantación. Sin embargo, la mayoría de las plantas que murieron en Los Lirios fueron atacadas por tuzas y otras se vieron afectadas por escasa precipitación, sin embargo, en Jagüey 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 que pudieran haber afectado el crecimiento inicial de las plantas (Cuadro 1).

Estas diferencias también pudieran ser influenciadas, a los efectos del cultivo (deshierbes) dado que en la localidad San José Carbonerillas 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.

Hernández (1991) al evaluar la sobrevivencia de un ensayo de adaptación de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus Pinceana* Gordon. en dos estaciones de plantación en Zapalinamé, Saltillo, Coah., a 17 meses de la plantación, con una precipitación de 319.3 mm encontró diferencias estadísticas significativas entre estas dos especies. La sobrevivencia para *Pinus cembroides* fue de 50.5 % y para *Pinus pinceana* fue de 42.5 %, encontrando valores inferiores al presente estudio.

Manzano (1993) al evaluar la sobrevivencia de un ensayo de procedencias de *P. cembroides* en la etapa de vivero a 13 meses de edad de las plantas, donde se incluyen las procedencias La Asencion N. L. con 94% de sobrevivencia, Cuauhtémoc Coah. con 72.92 % y Tinajuela, Coah. con 82.3 %, reporta haber encontrado diferencias significativas entre procedencias, llegando a la conclusión de que cada

especie responde de manera particular en el sitio en la cual fué probado. La sobrevivencia promedio encontrada en ese trabajo fue de 83%, con valores similares al presente estudio a pesar de las condiciones en donde se desarrollo el experimento.

#### **4.2 Efecto de la Interacción localidad por procedencia**

El análisis de varianza para la altura total y el diámetro basal mostró interacción localidad por procedencia ( $p=0.00615$ ) (Apéndice 1). Por lo que, se interpreta ésta, independientemente de que en los efectos principales (localidad y procedencia) existan o no significancia.

La interacción localidad por procedencia de la variable altura total, se expresó en que algunas procedencias obtuvieron comparativamente un desempeño similar, caso de la localidad de San José Carbonerillas 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 procedencias 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 (Figura 4 ).

Para la variable diámetro basal, la interacción localidad por procedencia se expresó en que; la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah, presentó un diámetro inferior en la localidad San José Carbonerillas (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 (Figura 4).

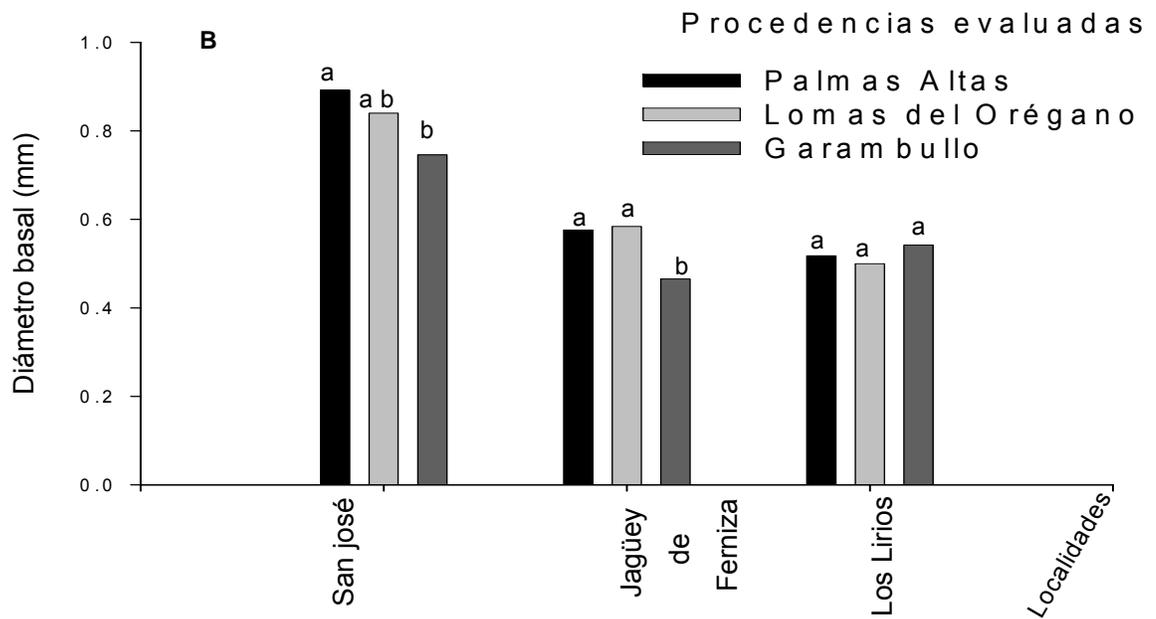
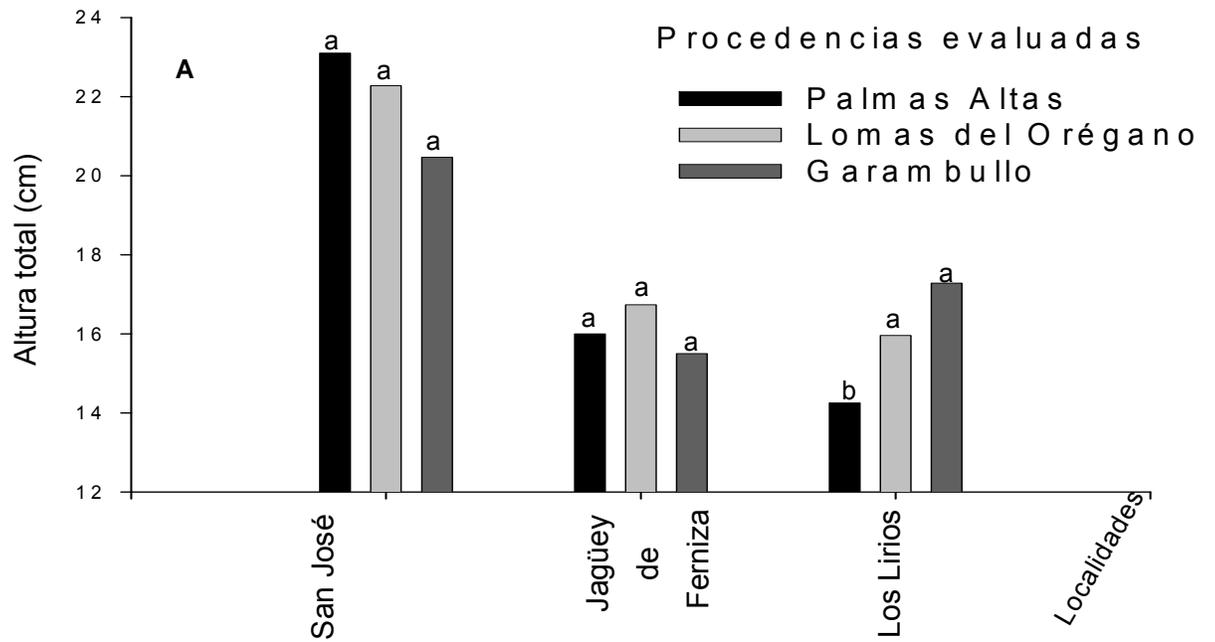


Figura 1. Respuesta de la interacción localidad por procedencia de: a) altura total; b) diámetro basal; en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinecena* Gordon, establecidos en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.

\*Mismas letras, significa medias estadísticamente iguales.

El análisis de varianza para el diámetro de copa y número de verticilos mostró interacción localidad por procedencia ( $p= 0.0004$ ) (Apéndice 1). Por lo que se interpreta ésta, independientemente de que en los efectos puedan (localidad y procedencia) existir o no significancia.

La interacción de la localidad por procedencia en la variable diámetro de copa, se expresó en que, la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah, registró inferior diámetro de copa en la localidad San José Carbonerillas (12.7 cm). En Jagüey de Ferniza, en donde no hubo diferencias estadísticas, mientras que en la localidad Los Lirios, Arteaga presentó el superior diámetro basal (12.1 cm). Otra de las procedencias que mostró un respuesta diferente fue la procedencia Palmas Altas, Saltillo, Coah., ya que en la localidad San José Carbonerillas alcanzó el mayor diámetro de copa, (15.4 cm), mientras que en la localidad Jagüey de Ferniza fue una procedencia intermedia (10.6 cm) aún cuando en esta localidad no mostró diferencias estadísticas significativas entre procedencias, sin embargo, en la localidad Los Lirios Arteaga, presentó el mínimo diámetro de copa (12.1 cm) (Figura 5).

En la interacción de la localidad por procedencia de la variable número de verticilos, se manifestó, que para el caso de la localidad Los Lirios, Arteaga y San José Carbonerillas, no se registraron diferencias estadísticas significativas, sin embargo, se observa, que en la localidad Jagüey de Ferniza la procedencia Lomas del Orégano, Mazapil, Zac. manifestó proporcionalmente mayor número de verticilos, y la procedencia Palmas, Altas, Saltillo Coah. (1.4) registró el valor menor (Figura 5).

Por lo anterior, es importante conocer las formas en que se manifiesta el efecto, ya que mediante el conocimiento se puede identificar alguna líneas de árboles ampliamente adaptados, En caso de ignorar la interacción se puede generar grandes pérdidas en las plantaciones ya sea por la muerte, crecimientos y calidades de estas procedencias en algunos localidades, (Zobel y Talbert, 1988).

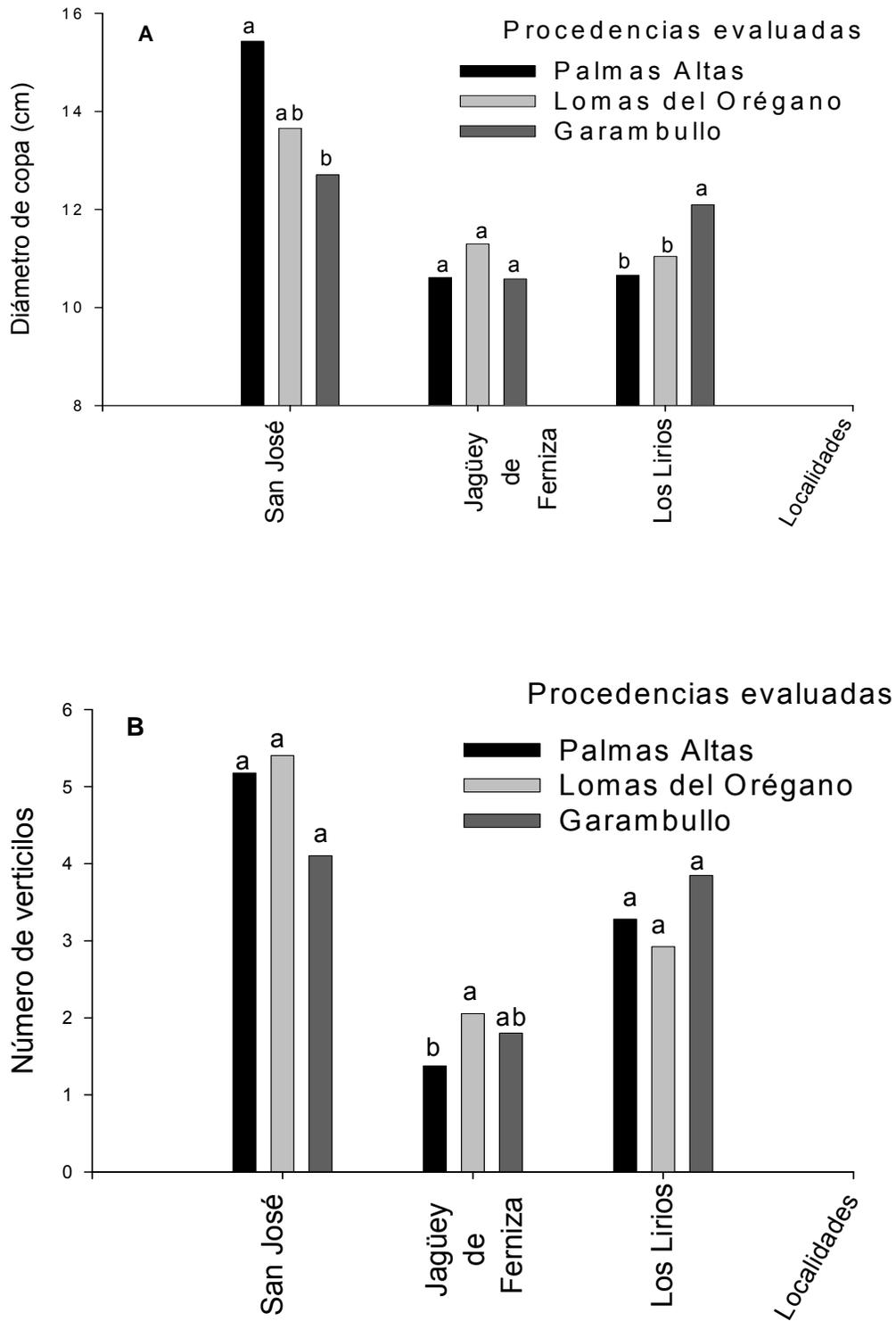


Figura 2. Respuesta de la interacción localidad por procedencia de: a) diámetro de copa; b) número de verticilos en un ensayo de tres procedencias de *Pinus pinecena* Gordon, establecidas en tres localidades, dos en Coahuila y una en Zacatecas.\*Mismas letras, significa medias estadísticamente iguales.

El análisis de varianza mostró que existe interacción localidad por procedencia en la mayoría de las características evaluadas excepto para la variable sobrevivencia. Las razones podrían estar relacionadas a la cantidad de precipitación particular 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 encantaradas.

En recientes estudios, 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.

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, 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* var. *apulcensis* 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).

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 Ruíz (2003) no encontró efecto de interacción localidad por procedencia, en altura, diámetro basal, diámetro de copa, número de verticilos y sobrevivencia.

La interacción es una respuesta diferente debido a los factores genotipo-ambiente así como también se le puede conocer como la falta de paralelismo (Spurr y Barnes, 1982). En el caso de la interacción mostró que las procedencias tiene una respuesta distinta en cada localidad, algunos autores quienes mencionan que estas diferencias probablemente se relacionan con los factores edáficos ya que estos son más sensibles, puesto que se detectan entre parcela, sobre extensiones relativamente pequeñas (Zobel y Talbert. 1988). Lo que indica que cada especie responde de manera particular al ambiente en la cual es probada. Además, esta interacción resulta de gran utilidad cuando se desean obtener ganancias máximas en ambientes específicos, pero constituyen una desventaja cuando se trata de obtener procedencias de amplia adaptación apropiada para varios ambientes distintos.

#### **4.3 Diferencias entre localidades de plantación**

El análisis de varianza a 16 meses de edad de la plantación, mostró diferencias significativas, entre localidades ( $p=0.0001$ ) (Apéndice 1).

La altura total, el diámetro basal, el diámetro de copa y el número de verticilos de las plantas en la localidad San José Carbonerillas, Mazapil, Zac. se registraron los valores mas altos, mientras que, los valores más bajos fue para la localidad Los Lirios, Arteaga, Coah. la cual, resultó ser estadísticamente igual a la localidad Jagüey de Ferniza, excepto para la variable número de verticilos en donde se encontraron diferencias estadísticas entre las tres localidades (Cuadro 4).

Estas diferencias se ven influenciados principalmente por las condiciones favorables de la localidad San José Carbonerilla, además del rango de distribución de la especie, ya que en esta localidad tiene una amplia distribución, lo que, podría indicar una mayor calidad de sitio para la especie y dando como resultado un superior crecimiento inicial de las plantas.

Cuadro 4. Promedio de las localidades para las variables evaluadas a 16 meses de la plantación, de tres procedencias de *Pinus pinceana* en tres localidades; dos en Coahuila y una en Zacatecas.

Localidades de prueba	Altura (cm)		Diámetro basal (mm)		Diámetro de copa (cm)		Número de verticilos	
	Promedio	Agrupación Tukey	Promedio	Agrupación Tukey	Promedio	Agrupación Tukey	Promedio	Agrupación Tukey
San José Carbonerillas, Zac	21.9	A	8.3	a	13.9	A	4.9	a
Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.	16.1	b	5.0	b	10.8	b	1.7	c
Los Lirios Arteaga, Saltillo, Coah.	15.8	b	5.0	b	11.3	b	3.4	b

\*Mismas letras, significa medias estadísticamente iguales ( $\alpha= 0.05$ ).

A 16 meses de la plantación el análisis estadístico mostró diferencias significativas para todas las variables entre localidades. En estudios recientes con *Pinus greggii* Valencia *et al.* (2006) reportan haber encontrado diferencias para todas las variables excepto para la sobrevivencia. Por otra, parte Viveros *et al.* (2006) encontraron diferencias en crecimiento en altura, diámetro basal, diámetro de copa y la sobrevivencia de *Pinus pseudostrobus*, no obstante, Ruíz (2003) encontró diferencias en altura, diámetro basal y número de verticilos de *Pinus oaxacana* Mirov. en la mayoría de las variables.

Las diferencias encontradas entre las localidades pudieran deberse a las características del suelo y precipitación en donde se llevo acabo el estudio experimental. Las condiciones más favorables para el crecimiento de *Pinus pinceana* las presenta la localidad de San José Carbonerillas. El suelo es más profundo (30 cm), con pH de 7.9, hay más porcentaje de materia orgánica (2.3), y la precipitación es mayor (455 mm). En donde Jagüey presenta suelos con profundidad de 23 cm,

pH de 8, 2.0 % de materia orgánica y 396 mm de precipitación y Los Lirios, presenta suelos con profundidad de 28 cm, pH de 7.9, porcentaje de materia orgánica de 2.0 y 418 mm de precipitación. Esto ayuda a explicar el resultado del porque presenta mayor crecimiento y sobrevivencia en comparación con las otras dos localidades. Si comparamos las condiciones de Los Lirios, Arteaga, con las condiciones de Jagüey de Ferniza, parecería que hay mejores condiciones en Los Lirios, pero los resultados no lo confirman. La explicación pudiera estar en que la temperatura del mes más frío es más baja en Los Lirios (1.34 °C), que en Jagüey de Ferniza (9.9 °C).

López *et al.* (1999) mencionan que las condiciones de suelo, como la acidez, contenido de materia orgánica influyen en el óptimo desarrollo de las pináceas, es aquí en donde es notable el efecto de la localidad, sobre todo donde las condiciones son favorables para el crecimiento de la especie. Valencia *et al.* (2006) reportan que los mayores crecimientos se relacionaron con menores valores de pH, mayor porcentaje de materia orgánica y mayor porcentaje de nitrógeno total, tal efecto influye de manera similar al encontrado en el presente estudio. Por otra parte, Viveros *et al.* (2006) encontraron que en la localidad que presentó menor crecimiento en altura las plantas fueron afectadas por las bajas temperaturas en etapas iniciales, siendo este un factor por el cual las plantas reducen su crecimiento sobre todo en las etapas iniciales.

Por otra parte, se han encontrado que el efecto de los ambientes de fertilidad fue más importante sobre el crecimiento en altura y diámetro, así mismo, el nitrógeno favoreció al crecimiento aéreo bajo diferentes niveles de fertilización en la etapa de vivero. Capó *et al.* (1999) encontraron diferencias para la variable diámetro a diferentes niveles de nitrógeno comparado con el testigo, resultando mejor para el diámetro en tres de los tratamientos en comparación con el testigo, siendo este un factor que afecta a las plantas en cada localidad donde se desarrollo el experimento por presentar condiciones heterogéneos una de otra en las cuales fueros ensayadas los experimentos y por lo tanto cada localidad presenta condiciones diferentes, dando como resultado una respuesta relativamente diferencial , y de esta forma

pueden reducir o aumentar su crecimiento, de acuerdo a la aclimatación o respuesta de la planta en la localidad probada.

Sin embargo, estas diferencias, no solo pudieran ser influenciadas a las particularidades del suelos en las localidades, sino también, a los efectos del cultivo (deshierbes) dado que en la localidad San José Carbonerillas 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. López *et al.* (2004) reportan en un estudio de variación en crecimiento en diferentes poblaciones de las variedades de *Pinus greggii* al tener menor tamaño las plantas de la var. *greggii* fueron afectados por las hierbas.

En la temporada abril-diciembre de 2006 en la localidad San José Carbonerillas, los incrementos en altura y diámetro fueron de 8.5 cm y 3.8 mm, respectivamente, la localidad de Jagüey de Ferniza 2.8 cm y 1.3 mm y en la localidad Los Lirios, Arteaga fue de 2.2 cm y 0.9 mm. Estos incrementos se comportan de manera similar a la altura total, el diámetro y el diámetro basal, concluyendo que este resultado pudiera relacionarse a la cantidad de precipitación anual que registra cada localidad en particular.

Hernández (1991) al evaluar el incremento en altura y diámetro de un ensayo de adaptación de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus Pinceana* Gordon, encontró diferencias estadísticas significativas. El incremento en altura y diámetro para *Pinus cembroides* fue de 1.405 mm y 0.225 cm respectivamente y para *pinus pinceana* fue de 2.16 mm y 0.213 cm respectivamente, siendo estos valores similares a los encontrados al presente trabajo. Por otra parte, Gómez (1990), al evaluar el efecto del tratamiento de acondicionamiento de *Pinus cembroides* bajo dos condiciones de plantación encontró un incremento en altura y diámetro de 4.595 cm y 0.333 cm respectivamente a los 175 días de la plantación. Mientras que, Rodríguez (1989) al evaluar un ensayo de adaptación *Pinus cembroides* en Buenavista, Saltillo, Coah. encontró un incremento en altura y diámetro respectivamente de 14.63 cm y 0.6269

cm respectivamente a 23 meses de establecido la plantación, siendo estos últimos valores, superiores a los encontrados en el presente estudio, quizá por las particularidades de cada localidad o a la respuesta de las especies en los sitios en los cuales fueron probadas, resultado de la interacción de la localidad por procedencia.

Manzano (1993) al evaluar el incremento en altura y diámetro de un ensayo de procedencias de *P. cembroides* en la etapa de semillero, en la cual, se incluyeron las procedencias La Asunción N. L. con incremento en altura y diámetro de 7.42 cm y 3.99 mm respectivamente; para la procedencia Cuauhtémoc Coah. con 6.30 cm y 3.74 mm y para Tinajuela, Coah. con 7.06 cm y 3.95 mm respectivamente, sin embargo, reporta no haber encontrado diferencias significativas entre procedencias. Los incrementos en altura y diámetro encontrados fue menor al presente trabajo.

En comparación con otros estudios del mismo género Valencia *et al.* (2006) encontraron que en la localidad Tlacotepec Plumas, Oax. los promedios en crecimiento fueron 129 cm para la altura, 39 mm en diámetro basal, 73 cm en diámetro de copa y nueve número de verticilos, influenciados por menor pH, mayor porcentaje de materia orgánica. En cambio en la localidad Magdalena, Zahuatlán, el promedio en altura fue de 107cm, 30 mm en diámetro basal, 62 cm en diámetro de copa y 8 número de verticilos. Por otra parte, Viveros *et al.* (2006) encontraron que en la localidad Cerro Pairo los promedios en crecimiento en altura fueron 15.9 cm mientras que en la localidad los Amoles el promedio en altura fue de 7.7 cm, afectados en esta última localidad por las bajas temperaturas del mes más frío. En otro ensayo, Ruíz, (2003) encontró que en la localidad Magdalena, Zahuatlán, los promedios de crecimiento fueron 124 cm para la altura, 37.2 mm en diámetro basal, 60 cm en diámetro de copa y 6.7 número de verticilos. Mientras que en la localidad Tlacotepec Plumas para la altura fue 103 cm, 43.5 mm en diámetro basal, 63.5 cm para el diámetro de copa y 6.3 número de verticilos. Sin embargo, solo menciona que posiblemente se deben a las condiciones de clima y edafología en la localidad Magdalena, Zahuatlán.

Valencia *et al.* (2006) reportan incrementos en altura de 107 a 129 cm y diámetro basal de 30 a 39 mm a dos años y seis años de la plantación de *Pinus greggii* Engelm. en dos localidades de la Mixteca, Alta de Oaxaca. Por otra parte, Viveros *et al.* (2006) encontraron incrementos en altura de 42.8 a 44.7 cm y diámetro basal de 1.6 a 2.2 cm a 24 meses de la plantación de *Pinus pseudostrobus* en dos localidades en Michoacán. A su vez, Ruiz (2003) reporta incrementos en altura de 85.91 a 102.91 mm y diámetro basal de 43.53 a 77.15 mm en dos localidades de la Mixteca Alta Oax. con *Pinus oaxacana* Mirov.

#### 4.4 Variación entre procedencias

El análisis no mostró diferencias estadísticas en el efecto principal de procedencias, sin embargo cabe recordar que existe efecto de interacción.

Cuadro 5. Promedio de las procedencias para las variables evaluadas a 16 meses de la plantación, de tres procedencias de *Pinus pinceana* en tres localidades; dos en Coahuila y una en Zacatecas.

Procedencias evaluadas	Altura (cm)		Diámetro basal (mm)		Diámetro de copa (cm)		Número de verticilos	
	Promedio	Agrupación Tukey	Promedio	Agrupación Tukey	Promedio	Agrupación Tukey	Promedio	Agrupación Tukey
Palmas Altas Saltillo, Coah.	17.9	a	6.6	a	12.2	a	3.3	A
Lomas del Orégano Mazapil, Zac.	18.3	a	6.4	a	12.0	a	3.5	A
Garambullo, Saltillo, Coah.	17.8	a	5.8	a	11.8	a	3.3	A

\*Mismas letras, significa medias estadísticamente iguales ( $\alpha= 0.05$ ).

## V. CONCLUSIONES

A 16 meses de plantada, *P. pinceana* presentó una sobrevivencia del 87.8 % a pesar de las condiciones en donde se establecieron los ensayos.

Las condiciones de sitio de la localidad de San José Carbonerillas Zac. se reflejaron en mayor altura total, diámetro basal, diámetro de copa, número de verticilos y sobrevivencia.

La mejor procedencia para la localidad de San José Carbonerillas, Zac. fue Palmas Altas, Saltillo, Coah, por presentar mayor altura total, mayor incremento en altura, diámetro basal, incremento en diámetro basal, diámetro de copa y número de verticilos.

La mejor procedencia para la localidad Jagüey de Ferniza fue Palmas Altas, Saltillo, Coah. por presentar mayor diámetro basal e incremento en diámetro basal.

La mejor procedencia para la localidad Los Lirios Arteaga, Coah. fue la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah. por presentar mayor altura total, incremento en altura, diámetro de copa y número de verticilos.

## VI. RECOMENDACIONES

*Pinus pinceana* es amenazado por la presión de población, al igual que muchas especies. Cuanto mayor es la actividad humana y el pastoreo por los animales, influyen a la destrucción de la semilla y reduce el potencial reproductivo de árboles maduros, además los campesinos lo utilizan para la leña, por lo tanto, recomendamos que las áreas se sometan a protección y restringir su uso para la leña, y la colección de la semilla para uso comestible. Un mínimo de tres áreas se deben establecer, por lo menos una por cada uno en las áreas de distribución natural

(1) Coahuila y Zacatecas, (2); en San Luís Potosí, y (3) Querétaro e Hidalgo, debido a la fuerte diferenciación genética entre estos fragmentos importantes de gama de la especie además es indispensable implementar un programa de la conservación ex del situ.

Los pinos de está especie deben ser plantados dado al valor comestible de las semillas y su impacto en el mercado, también tienen valores en horticultura debido a su forma atractiva y su resistencia de la sequía para la restauración de suelos degradados especialmente en el norte de México, además es muy importante implementar los estudios ecológicos ya que son necesarios para determinar la sincronización de las cosechas de la semilla, longevidad de la semilla, efecto de los predadores al momento de plantar, los agentes naturales de la dispersión de la semilla, tipo de cama de la semilla y las condiciones climáticas que conducen a la germinación y supervivencia de las plantas de semillero de *Pinus pinceana*, para manejar la especie para la supervivencia a largo plazo. El papel de seres humanos adentro la ecología del *Pinus pinceana* no debe ser descuidada, porque el ser humano es un importante componente para sostener el ecosistema de *Pinus pinceana*, además es importante considerar las siguientes medidas tales como:

1. Continuar realizando evaluaciones en las tres localidades a fin de implementar o modificar a través del tiempo los resultados obtenidos en el presente estudio.
2. En futuras evaluaciones, estudiar además otras variables por ejemplo longevidad de la semilla, el efecto de predadores al momento de plantar, los agentes naturales de la dispersión de la semilla, tipo de cama de la semilla, condiciones climáticas que conducen a la germinación, supervivencia 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.

3. 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.
4. 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 mas adecuadas, desde el punto de vista de adaptabilidad y crecimiento para cada sitio de plantación.
5. En las reforestaciones con fines de restauración de suelos degradados se recomienda para la localidad de San José Carbonerillas, Zac. la procedencia Palmas Altas, Saltillo, Coah, por presentar mayor altura total, mayor incremento en altura, diámetro basal, incremento en diámetro basal, diámetro de copa y número de verticilos; para la localidad Jagüey de Ferniza se recomienda la procedencia Palmas Altas, Saltillo, Coah. pero con menos seguridad dado que sólo presentó mayor diámetro basal e incremento en diámetro basal y para la localidad Los Lirios Arteaga, Coah. se recomienda la procedencia Garambullo, Saltillo, Coah. por presentar mayor altura total, incremento en altura, diámetro de copa y número de verticilos.

## 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.

Bermejo V., B. 1980. Estudio de variación de características morfológicas de *Pinus pseudostrobus* Lindl y *Pinus pseudostrobus* var. *Oaxacana* mtz. en Chiapas. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. México.65 p.

Bouvarel, P. 1978. La adaptación ecológica de los árboles forestales. Aplicaciones a la selección. En: *Ecología forestal*. P. Pesson (comp.). Ediciones Mundi prensa. Madrid. pp 171-187.

Caballero D., M. y R. Ávila R. 1985. Importancia actual y potencial de los piñoneros en México. *In: memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros*. Flores F.J.D., J. Flores L., E. García M. y H. Liria S.(comps.). U.A.A.A.N. INIFAP. Saltillo, Coah. pp. 18-22.

Capó A., M. A., R. López A. y E. H. Cornejo O. 1993. Crecimiento de *Pinus greggii* en suelos de ocho localidades. En: memoria I Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resúmenes de ponencias. SOMEREF. Saltillo, Coah., México. pp. 75.

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.

Cochran, W. G. y G. M. Cox. 1965. Diseños experimentales. Trillas. México. 661 p.

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.

- Daniel , T.W., J.A. Helms y F. S. Baker. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill. México.492 p.
- DETENAL. 1978. Carta de uso potencial. San Antonio de las Alazanas. Esc. 1:50,000. México.
- Eguiluz P.,T. 1978. Ensayos de integración de los conocimientos del género *Pinus* en México. Tesis profesional. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 623 p.
- Farfán V., E. de G. J. Jasso M., J. López U., J.J. Vargas H. y C. Ramírez H. 2002. Parámetros genéticos y eficiencia de la selección temprana en *Pinus ayacahuite* Ehren. var. *ayacahuite*. Revista Fitotecnia Mexicana 25(3):239-246.
- Gómez S., O. 1990. Efecto de tratamiento de acondicionamiento en cinco especies de *Pinus* bajo dos condiciones de plantación. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 119 pp.
- Hernández D.,J.C. 1998. Notas básicas sobre el mejoramiento genético forestal. Ciencia Forestal. 64 (13):30-36.
- Hernández P., V .M. 1991. Ensayo de adaptación de *Pinus cembroides* y *Pinus pinceana* en dos estaciones de plantación en Zapalinamé, Saltillo, Coah. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 83 p.
- 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.

- Jiménez G., G. 2005. Retos de la conservación de los recursos naturales en la región de Lagunera, Coahuila y Durango. *Revista Chapingo Serie Zonas Áridas* 2 (4): 11-20.
- Juárez A., A., J. López U. J.J. Vargas H. y C. Sáenz R. 2006. Variación geográfica en la germinación y crecimiento inicial de plántulas de *Pseudotsuga menziesii* de México. *Agrociencia* 40(6):783-792.
- Ledig F. T. M Capó-Arteaga, Pd Hodgskiss, H Sbay, C Flores-López, Mt Conkle y B Bermejo-Velázquez;.2001. Genic diversity and the mating system of a rare mexican piñon, *Pinus pinceana*, and a comparison with *Pinus maximartinezii* (Pinaceae). *American Journal of Botany* 88: 1977- 1987.
- López A., J. L., J. J. Vargas H., C. Ramírez H. y J. López U. 1999. Variación intraespecífica en el patrón de crecimiento del brote terminal en *Pinus greggii* Engelm. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente* 5(2):133-140.
- López U., J., C. Ramírez H., O. Flascencia E. y J . Jasso M. 2004. Variación en crecimiento de diferentes poblaciones de las dos variedades de *Pinus greggii*. *Revista Agrociencia* 4(38):457-464.
- Manzano C., M. G .F.1993. Ensayo regional de procedencias de *Pinus cembroides* Zucc. en la etapa de semillero y vivero. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 88p.
- Mas 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
- Martinez M. 1948. Los pinos de México. Segunda edición. Ediciones Botas. México. 361p.

- 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.
- Mendoza H., J.M. 1993. Diagnóstico climático para la zona de influencia, inédita de la UAAAN. Buenavista, Saltillo, Coah. México. 153 pp.
- Mora P., F. y R. Meneses R. 2004. Comportamiento de procedencias de *Acacia Siligna* (Labill.) H. L. Wendl. en la región de Coquimbo, Chile. *Ciencia forestal*, Santa María 1(14):103-109.
- Ornelas H., G. 1997. Ensayos de tres procedencias de *Pinus greggii* Engelm en el C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 59 p.
- Parraguirre L., C., J. J. Vargas H., P. Ramírez V., H. S. Azpíroz y J. Jasso M. 2002. Estructura de la diversidad genética en poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. *Revista Fitotecnia Mexicana* 25(3): 279-287.
- Passini, M. F. 1985. Algunas consideraciones acerca de los pinos piñoneros en México. En: I Simposio Nacional sobre los pinos piñoneros. Folleto Científico N° 2. Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, Linares, N.L. México. pp. 130 - 136.
- Perry, J. 1991. *The pines of Mexico and Central America*. Timber Press. Portland, Oregon. USA. 231p.
- Ramírez H., C., J.J. Vargas H. y J. López Upton. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones de *Pinus greggii*. *Acta Botánica Mexicana* 72:1-16
- Rzedowski J. 1978. *Vegetación de México*. Limusa. México. 432 p.

- 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.
- Rodríguez S., B., X. García C. y J.A. Contreras G.1993. Evaluación en vivero de progenies de sac-chacá (*Dendropanax arboreus*) y negrito (*Simarouba glauca*). Ciencia Forestal 18(74):4- 24.
- Rodríguez S., R. 1989. Ensayo de adaptación de cinco especies del género *Pinus* en Buenavista, Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. UAAAN. Saltillo, Coahuila. 75 p.
- Sáenz-Romero C., A. Snively y R. Lindig-Cisneros. 2003. Conservation and restoration of pine forest genetic resources in Mexico. Silvae Genetic 52(5-6):233-237.
- Salazar G., J.G., J.J. Vargas H., J. Jasso M., R. Ramírez H. y J. López U.1999. Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades tempranas. Madera y Bosques 5(2):19 -34.
- 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.
- Spurr, S.H. y B.V. Barnes. 1982. Ecología forestal. Ed. A.G.T. México . 690 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.
- 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.
- Viveros V., H., C. Sáenz R., J. López U. y J.J. Vargas H. 2005 Variación genética altitudinal en el crecimiento de plantas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. En campo. *Revista Fitotecnia Mexicana* 39(5): 121-126.
- Viveros V., V., C. Sáenz R., J. J. Vargas H., J. López U. 2006. Variación entre procedencias de *Pinus pseudostrobus* establecidas en dos sitios en Michoacán, México. *Revista Fitotecnia Mexicana* 29(2): 575-587.
- Zobel, B. y J.J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. 545 p.

## VIII. APÉNDICE

Apéndice 1. Análisis de varianza para cada una de las variables analizadas en un ensayo de procedencias de *Pinus pinceana* a 16 meses de edad de la plantación.

VARIABLE	FV	gl	SC	CM	Fc	Pr=F
<b>Sobrevivencia (%)</b>  <b>CV= 17.1%</b>	Localidad	2	3987.6	1993.8	17.9	<b>0.0002</b>
	Sit*rep	12	1331.0	110.9	0.7	<b>0.7070</b>
	Procedencia	2	339.7	169.8	1.1	<b>0.3420</b>
	Sit*proc	4	361.3	90.3	0.6	<b>0.6682</b>
	Error	24	3631.0			
	Total	44				
<b>Altura total (cm)</b>  <b>CV= 8.9 %</b>	Localidad	2	359.7	179.8	47.9	<b>0.0001</b>
	Sit*rep	12	49.1	3.7	1.4	<b>0.212</b>
	Procedencia	2	3.1	1.5	0.6	<b>0.560</b>
	Sit*proc	4	42.0	10.5	4.0	<b>0.0119</b>
	Error	24	62.2			
	Total	44				
<b>Diámetro basal (mm)</b>  <b>CV= 6.7 %</b>	Localidad	2	0.9	0.437	141.9	<b>0.0001</b>
	Sit*rep	12	0.03	0.003	1.7	<b>0.1223</b>
	Procedencia	2	0.048	0.024	13.5	<b>0.534</b>
	Sit*proc	4	0.054	0.014	7.7	<b>0.0004</b>
	Error	24	0.043			
	Total	44				
<b>Diámetro de copa (cm)</b>  <b>CV= 7.5 %</b>	Localidad	2	84.6	42.3	63.6	<b>0.0001</b>
	Sit*rep	12	7.9	0.7	0.8	<b>0.6266</b>
	Procedencia	2	1.5	0.7	0.9	<b>0.4191</b>
	Sit*proc	4	24.9	6.2	7.7	<b>0.0004</b>
	Error	24	19.4			
	Total	44				
<b>Verticilos (#)</b> <b>CV= 24.9 %</b>	Localidad	2	74.4	37.2	44.8	<b>0.0001</b>
	Sit*rep	12	9.9	0.8	1.2	<b>0.3351</b>
	Procedencia	2	0.4	0.2	0.3	<b>0.7567</b>
	Sit*proc	4	7.8	1.9	2.8	<b>0.0474</b>
	Error	24	16.5			
	Total	44				

FV= Fuente de variación; gl= Grados de libertad; CM= Cuadrados medios; FC= Valores calculados de F; Pr>F= Probabilidad de cometer el error tipo 1 ( $\alpha$ ) al rechazar Ho y CV= Coeficiente de variación.



Apéndice 3. Croquis del ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecido en el Ejido de Jagüey de Ferniza, Saltillo, Coah.

DCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	0	
	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	0	
N	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	0	
	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	0	
	0	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	0	
	0	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	*	*	*	0	
	0	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	*	*	*	0	
	0	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	*	*	*	0	
	0	X	X	X	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	*	*	*	0	
	0	*	*	*	X	X	X	*	*	*	*	*	*	Δ	Δ	Δ	0	
	0	*	*	*	X	X	X	*	*	*	*	*	*	Δ	Δ	Δ	0	
	0	*	*	*	X	X	X	*	*	*	*	*	*	Δ	Δ	Δ	0	
	0	*	*	*	X	X	X	*	*	*	*	*	*	Δ	Δ	Δ	0	
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

↑

P1(x) Palmas Altas, Saltillo, Coah., P2 (Δ) Lomas del Orégano, Mazapil, Zac., P3(\*) Garambullo Saltillo, Coah., (0) Plantas de borde.

Apéndice 4. Croquis del ensayo de tres procedencias de *Pinus pinceana* Gordon, establecido en Los Lirios, Arteaga, Saltillo, Coah.

DCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	*	*	*	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0
N	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	*	*	*	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	*	*	*	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	*	*	*	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	*	*	*	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	0
	0	X	x	X	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	Δ	X	X	X	*	*	*	0
	0	X	x	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	X	X	0
	0	X	x	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	X	X	0
	0	X	x	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	X	X	0
	0	X	x	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	X	X	0
	0	X	x	X	*	*	*	*	*	*	*	*	*	X	X	X	0
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

P1(x) Palmas Altas, Saltillo, Coah., P2 (Δ) Lomas del Orégano, Mazapil, Zac., P3(\*) Garambullo Saltillo, Coah., (0) Plantas de borde.