

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**Crecimiento de cinco procedencias de *Pinus pinceana* Gordon  
en cinco suelos de su distribución natural**

**TESIS**

Que como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal

Presenta:

**JAVIER CARRILLO DE LA LUZ**

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011.

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



**Crecimiento de cinco procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en  
cinco suelos de su distribución natural**

**TESIS**

Que como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal

Presenta:

**JAVIER CARRILLO DE LA LUZ**

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

**Crecimiento de cinco procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en  
cinco suelos de su distribución natural**

Por:

**JAVIER CARRILLO DE LA LUZ**

**TESIS**

Presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal

APROBADA:

Asesor principal:

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

Coordinador de la División de Agronomía

  
\_\_\_\_\_  
Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Coordinación  
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011.

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO FORESTAL

Crecimiento de cinco procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en  
cinco suelos de su distribución natural

Por:

JAVIER CARRILLO DE LA LUZ

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de Ingeniero Forestal

APROBADA:

Asesor principal:

  
\_\_\_\_\_

Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga

Coordinador de la División de Agronomía

  
\_\_\_\_\_

Dr. Mario Ernesto Vázquez Badillo



Saltillo, Coahuila, México. Junio de 2011.

DEDICATORIA

A MI HERMANO: INDALECIO CARRILLO DE LA LUZ

Y

A MI MADRE: ELVIRA DE LA LUZ GUZMÁN

“NO HE SIDO FÁCIL DE GUIAR”

¡GRACIAS!

## AGRADECIMIENTOS

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga por el apoyo brindado en todas las fases de este trabajo, por permitirme libertad, de pensamiento y estrategia, para integrar este trabajo así como por sus aportaciones al mismo.

Al Ing. Sergio Braham Sabag por ser el apoyo en los trabajos de vivero, por las facilidades para el uso de las instalaciones del invernadero de la UAAAN, y por sus aportaciones al presente trabajo.

Al M.C. José Aniseto Díaz Balderas por apoyarme para la presentación de este trabajo, de manera limpia y desinteresada.

Al M.C. Salvador Valencia Manzo por su apoyo y asesoría en el análisis estadístico de esta trabajo.

A mis compañeros: Víctor Manuel Camacho Chávez, Ángel Adrián Pichardo Herrera, José Luís Velíz Rodríguez, Adolfo Vega Esquivel y Domingo López López por su colaboración en las mediciones de campo.

Al C. Miguel Sosa, por su colaboración en los trabajos de campo.

## CONTENIDO

INDICE DE CUADROS .....	iii
INDICE DE FIGURAS .....	iv
RESUMEN .....	v
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Objetivos e hipótesis.....	3
2. MATERIALES Y MÉTODOS .....	4
2.1. Ubicación del área de estudio.....	4
2.2. Fase de campo .....	4
2.2.1. Colecta de suelos.....	4
2.2.2. Obtención de las semillas .....	5
2.2.3. Identificación de los suelos y las procedencias.....	5
2.2.4. Análisis de los suelos .....	6
2.2.5. Establecimiento del experimento .....	7
2.2.6. Variables evaluadas.....	8
2.3. Fase de gabinete .....	9
2.3.1. Análisis estadístico .....	9
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	11
3.1. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: El Arenalito, Cardonal, Hidalgo (SEAH). .....	11
3.2. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: Maguey Verde, Peñamiller, Querétaro (SEAH) .....	13
3.3. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: La Yesera, Núñez, San Luís Potosí .....	14
3.4. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: Lomas del Orégano, Zacatecas (SEAH). .....	15
3.5. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: Palmas Altas, Saltillo, Coahuila (SEAH). .....	16
3.6. Correlación entre los nutrientes principales del suelo (nitrógeno, fósforo y potasio) y las principales características de crecimiento de las plantas (altura, diámetro y peso seco total). .....	17

4. CONCLUSIONES .....	18
5. RECOMENDACIONES .....	19
6. FUENTES DE CONSULTA .....	20
7. APÉNDICES .....	23

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Coordenadas geográficas y altitud de las localidades de donde se obtuvo el suelo .....	4
Cuadro 2. Nomenclatura de las localidades de suelo y procedencias de semilla de <i>Pinus pinceana</i> que se emplearon en el experimento .....	5
Cuadro 3. Porcentaje de arena, limo y arcilla y clase textural de los suelos empleados en el experimento.....	6
Cuadro 4. Contenido de materia orgánica (M.O.), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), carbonatos totales (CO <sub>3</sub> ), capacidad de intercambio catiónico (CIC) y grado de acidez o alcalinidad del suelo (pH) de los suelos empleados en el experimento.....	6

## INDICE DE FIGURAS

- Figura 1. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SEAH, (Suelo de la localidad El Arenalito, Cardonal, Hidalgo), para la variable altura de las plantas (A3) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias. .... 12
- Figura 2. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SEAH, (Suelo de la localidad El Arenalito, Cardonal, Hidalgo), para la sobrevivencia (SV), a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias. .... 12
- Figura 3. Diferencias encontradas en el suelo SMVQ, (Suelo de la localidad Maguey Verde, Peñamiller, Querétaro), para la variable diámetro (D) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias. .... 13
- Figura 4. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SLYS, (Suelo de la localidad La Yesera, San Luís Potosí), para la variable peso seco radicular (PSR) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias. .... 14
- Figura 5. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SLOZ, (Suelo de la localidad Lomas del Orégano, Mazapil, Zacatecas), para la variable diámetro (D) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias. .... 15
- Figura 6. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SPAC, (Suelo de la localidad Palmas Altas, Saltillo, Coahuila), para la variable diámetro (D) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias. .... 16

## RESUMEN

El estudio se desarrolló en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN), campus Saltillo. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de cinco procedencias de *Pinus pinceana* en cinco suelos de la distribución natural de esta especie. Para este experimento se usaron suelos y semillas de las localidades El Arenalito, Cardonal, Hidalgo; Maguey Verde, Peñamiller, Querétaro; La Yesera, Nuñez, San Luís Potosí; Lomas del Orégano, Mazapil, Zacatecas, y Palmas Altas, Saltillo, Coahuila.

En el suelo SEAH (Suelo de la localidad El Arenalito, Cardonal, Hidalgo), se encontraron diferencias estadísticas significativas con un ( $\alpha=0.05$ ) entre las procedencias, en las variables: altura de las plantas y sobrevivencia; en los suelos: SMVQ (Suelo de la localidad Maguey verde, Peñamiller, Querétaro); SLOZ (Suelo de la localidad Lomas del Oregano, Mazapil, Zacatecas) y SPAC (Suelo de la localidad Palmas Altas, Saltillo, Coahuila, se encontraron diferencias con un ( $\alpha=0.05$ ) para la variable diámetro de la planta. En el suelo SLYS (Suelo de la localidad La Yesera, Nuñez, San Luís Potosí) se encontraron diferencias con un ( $\alpha=0.05$ ) entre las procedencias en la variable peso seco de la parte radicular.

Las diferencias encontradas entre procedencias, fueron más influidas por las condiciones en que se desarrollo el experimento que por la posible adaptación de las procedencias. Al observar las pruebas de Tukey y los análisis de correlación, se descarta la posibilidad de que las diferencias encontradas entre las procedencias en los suelos, tenga un origen genético y/o ocasionado por la composición de los suelos, dado que no existe un patrón definido en los distintos suelos. Las diferencias encontradas en sobrevivencia se le atribuyeron al ataque de roedores, dado que en el seguimiento del experimento no detecto mortalidad de plantas por otras causas.

Palabras clave: *Pinus pinceana*, procedencias, suelos, correlación.

## 1 INTRODUCCIÓN

La especie *Pinus pinceana* Gordon es endémica de México y se encuentra citada en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001, como sujeta a protección especial (SEMARNAT, 2001). De acuerdo con Perry (1991), esta especie se encuentra en pequeñas poblaciones aisladas entre sí, en los estados de Hidalgo, Querétaro, San Luis Potosí, Zacatecas y Coahuila. Favela *et al.* (2009) mencionan que también se encuentra en el estado de Nuevo León, en el cañón “El Montoso”, en el municipio de Santa Catarina.

Las poblaciones de *P. pinceana* se desarrollan en suelos someros de origen sedimentario con dominancia de calizas, generalmente en las laderas norte de los cañones (Villareal *et al.*, 2009). Favela *et al.* (2009) también mencionan esta condición para la población del estado de Nuevo León, describiendo que los grupos e individuos de *P. pinceana* se restringen a laderas y cañadas con exposición norte a una altitud entre 1100 y 1700 msnm.

El clima del área de distribución de esta especie es seco (BS) extremoso. En algunos lugares templado (C), con lluvias en verano, con precipitación media anual que va desde los 350 hasta los 650 mm y una temperatura media anual de 14 a 18 °C (García, 1987).

Las comunidades de *P. pinceana* muestran una composición florística propia de los bosques de encino, con elementos de matorral xerófilo, y se presentan como una forma de transición entre comunidades de vegetación xerófila y mesófila (Villareal *et al.*, 2009). Estas comunidades vegetales, tienen una capacidad productiva baja, en cuanto a madera, sin embargo, producen servicios ambientales: como la protección al suelo de la erosión; la regulación del ciclo hidrológico; además de diversos productos como leña, fibras, postes, madera para muebles rústicos, semillas comestibles (piñones), entre otros (Universidad autónoma de Nuevo León, 1985).

Las superficies de las comunidades de pinos piñoneros, entre las que se encuentra *Pinus pinceana*, 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). Córdoba *et al.* (2008) señalan que las poblaciones de *P. pinceana* se encuentran sujetas a presiones antrópicas y ambientales y que estas condiciones aunadas a las diferencias ambientales en las que se desarrollan las poblaciones de *Pinus pinceana* sugieren la posibilidad de que la selección natural haya acumulado diferencias entre poblaciones en características de importancia adaptativa a factores específicos de estrés ambiental; mencionan también que las poblaciones de la especie *P. pinceana* se enfrentan a un proceso de fragmentación y a una disminución de sus poblaciones.

Según Young y Clarke (2000) el efecto inmediato del aumento de la fragmentación es que los individuos que quedan aislados en pequeñas poblaciones tienden a incrementar el grado de endogamia dado que aumentan los cruces entre parientes así como también las autofecundaciones, siendo la consecuencia directa el aumento de la endogamia, que se traduce en una disminución del éxito y vigor de los individuos en términos de supervivencia, crecimiento y reproducción. En particular, para la especie, la fragmentación conlleva una reducción del tamaño efectivo poblacional y un aumento del grado de aislamiento entre poblaciones y entre individuos (Córdoba *et al.*, 2008).

Piñero *et al.* (2008) realizaron estudios con marcadores moleculares para determinar la diversidad genética en varias especies vegetales, encontrando que los análisis de coalescencia sugieren que *P. pinceana* no ha mantenido estable el tamaño de sus poblaciones a lo largo de su historia, debido a un proceso de fragmentación ancestral entre sus poblaciones sureñas (Querétaro e Hidalgo) respecto a sus poblaciones centrales y norteñas (San Luís Potosí, Zacatecas y Coahuila).

Dado que las propiedades físicas y químicas del suelo afectan la tasa de crecimiento y desarrollo de las raíces y la asignación de biomasa entre órganos de la planta (Pritchett, 1991), es posible que exista variación entre las poblaciones de la especie en respuesta a las condiciones de suelo. Keyes y Grier (1981) encontraron diferencias en la asignación de biomasa a la raíz y tallo en árboles de *Pseudotsuga mensiezii* (Mirb.) Franco, en sitios con diferentes niveles de productividad. Por su parte, Córdoba *et al.* (2008) encontraron diferencias en crecimiento de raíz y asignación de biomasa en *Pinus pinceana*, entre las poblaciones del Norte y las poblaciones del Sur de México, como respuesta a dos suelos diferentes.

Este experimento es una aportación, en relación al conocimiento que se requiere acerca de esta especie para procurar su conservación a largo plazo. Los resultados indicarán si el factor suelo representa una limitante para el crecimiento de las procedencias de otras localidades. Su utilidad es, por ejemplo, para diseñar programas de reforestación en localidades, de donde no se cuente con semilla o ésta sea escasa.

### 1.1 Objetivos e hipótesis

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el crecimiento de cinco procedencias de *Pinus pinceana* en cinco suelos de la distribución natural de esta especie, a través del análisis de variables de crecimiento de las plantas y sobrevivencia a los nueve meses de edad bajo condiciones de vivero.

La hipótesis nula propuesta es la siguiente:

Ho<sub>1</sub>: El crecimiento y la sobrevivencia de las plántulas de las cinco procedencias de *Pinus pinceana* es igual en cada uno de los cinco tipos de suelo.

## 2 MATERIALES Y MÉTODOS

### 2.1 Ubicación del área de estudio

El estudio se desarrolló en las instalaciones del vivero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro (UAAAN). La UAAAN está ubicada al sur de la ciudad de Saltillo, Coahuila, por la carretera a Zacatecas, entre los paralelos: 25° 21' y 25° 22' norte y los meridianos 101° 01' y 102° 03' oeste, a una altitud de 1754 msnm (CETENAL, 1975).

### 2.2 Fase de campo

#### 2.2.1 Colecta de suelos

Se colectaron suelos de las localidades de El Arenalito, Hgo., Maguey Verde Gro., Lomas del Orégano, Zac., La Yesera, S.L.P. y Palmas Altas, Coah. Cuya ubicación geográfica se puede observar en el Cuadro 1. De cada localidad se obtuvo una muestra de 15 kg de suelo de los primeros 20 cm de profundidad. Las muestras se colocaron en bolsas de plástico, etiquetadas con el nombre de la localidad y se trasladaron a la UAAAN. Una vez en la Universidad, se tamizaron con una malla fina de 4 mm y se almacenaron hasta su utilización.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas y altitud de las localidades, de *P. pinceana* Gordon, de donde se obtuvo el suelo.

Localidad	Latitud	Longitud	Altitud
El Arenalito, Cardonal, Hidalgo	20°39'27.7"	99°02'58.9"	1920
Maguey Verde, Peñamiller, Querétaro	21°05'25.8"	99°41'58.4"	2216
La Yesera, Núñez, San Luis Potosí	22°42'32.6"	100°28'05.7"	1973
Lomas del Orégano, Mazapil, Zacatecas	24°30'19.1"	101°27'48.2"	2310
Palmas Altas, Saltillo, Coahuila	25°07'57.7"	101°27'04.6"	2312

Las coordenadas y la altitud se obtuvieron en las localidades de suelo con un Geoposicionador (GPS) Garmin® mrino<sub>110</sub> y un altímetro Thommen®.

## 2.2.2 Obtención de las semillas

Se obtuvieron semillas de las mismas cinco procedencias. Estas semillas fueron donadas por el Departamento Forestal de la UAAAN. Se desconoce el sitio exacto, el número de árboles de los que se colectó la semilla y el método de colecta de las mismas. Para el experimento se utilizaron lotes de 300 semillas de cada procedencia.

## 2.2.3 Identificación de los suelos y las procedencias

Los suelos se identificaron con una clave que contiene la letra S y dos letras iniciales del nombre de la localidad en donde se colectaron dichos suelos y la inicial del estado al que pertenece la localidad. Las procedencias se identificaron con una clave que contiene la letra P y dos letras iniciales del nombre de la procedencia y la letra inicial del estado al que pertenece la localidad (Cuadro 2).

Cuadro 2. Nomenclatura de las localidades de suelos y procedencias de semilla de *Pinus pinceana* Gordon, que se emplearon en el experimento.

Nombre	Localidad de Suelo (ID)*	Procedencia de semilla (ID)*
El Arenalito, Hidalgo	SEAH	PEAH
Maguey Verde, Querétaro	SMVQ	PMVQ
La Yesera, San Luís Potosí	SLYS	PLYS
Lomas del Orégano, Zacatecas	SLOZ	PLOZ
Palmas Altas, Coahuila	SPAC	PPAC

\*La ID de cada suelo y cada procedencia se formó de la primera letra de las palabras suelo (S) y procedencia (P) y de las dos letras iniciales del nombre de cada localidad. Estas claves se utilizarán durante este texto para hacer práctica la redacción del mismo.

## 2.2.4 Análisis de suelos

De cada suelo se tomó una muestra tamizada de un kilogramo y se envió al Departamento de Ciencias del Suelo de la Universidad para los respectivos análisis de las principales características físicas y químicas de los mismos (Cuadros 3 y 4).

Cuadro 3. Porcentaje de arena limo y arcilla y clase textural de los suelos empleados en el experimento de *P. pinceana* Gordon.

Suelo	Arena %	Limo %	Arcilla %	Clase Textural
SEAH	42.4	28.8	28.8	Migajón Arcilloso
SMVQ	28.4	38.8	32.8	Migajón Arcilloso
SLYS	39.2	30.0	30.8	Migajón Arcilloso
SLOZ	29.2	40.0	30.8	Migajón Arcilloso
SPAC	35.2	30.0	34.8	Migajón Arcilloso

*SEAH: Suelo de la localidad El Arenalito, Hidalgo; SMVQ: Suelo de la localidad de Maguey Verde, Querétaro; SLYS: Suelo de la localidad La Yesera, San Luís Potosí; SLOZ: Suelo de la localidad Lomas del Orégano, Zacatecas y, SPAC: Suelo de la localidad Palmas Altas, Coahuila.*

Cuadro 4. Contenido de materia orgánica (M.O), nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), carbonatos totales (CO<sub>3</sub>); capacidad de intercambio catiónico (CIC) y grado de acidez o alcalinidad del suelo (pH) de los suelos empleados en el experimento de *P. pinceana* Gordon.

Suelo	M.O.	N	P	K	CO <sub>3</sub>	CIC	pH
SEAH	4.6	0.23	31.3	90	63.6	38.0	7.8
SMVQ	11.6	0.58	39.5	170	40.8	56.0	7.4
SLYS	7.8	0.39	27.5	60	26.7	46.4	8.0
SLOZ	4.4	0.22	28.9	120	58.1	39.6	7.8
SPAC	3.8	0.19	24.3	70	23.5	38.2	8.1

*SEAH: Suelo de la localidad El Arenalito, Hidalgo; SMVQ: Suelo de la localidad de Maguey Verde, Querétaro; SLYS: Suelo de la localidad La Yesera, San Luís Potosí; SLOZ: Suelo de la localidad Lomas del Orégano, Zacatecas y, SPAC: Suelo de la localidad Palmas Altas, Coahuila.*

## 2.2.5 Establecimiento del experimento

Se establecieron cinco experimentos simples, contiguos, uno por cada tipo de suelo (SEAH, SMVQ, SLYS, SLOZ y SPAC), en cada tipo de suelo se sembraron semillas de las cinco procedencias de *Pinus pinceana* (PEAH, PMVQ, PLYS, PLOZ, PPAC).

El diseño experimental utilizado fue “Diseño Experimental usando una referencia”: usando como referencia los suelos, y las procedencias como comparaciones o muestras. De esta manera, los suelos se consideraron una referencia representativa, homogénea y estable durante el tiempo de la duración del experimento.

Para dar certeza al experimento, se establecieron tres bloques o repeticiones. Cada bloque (repetición) estuvo integrado por cinco charolas “cooper block”, de 77 cavidades, con capacidad de aproximadamente 67 cm<sup>3</sup> cada cavidad. Cada charola contenía un experimento consistente en un tipo de suelo y las cinco procedencias acomodadas en hileras. Las plántulas de las orillas de las charolas no se utilizaron para las mediciones, solo se cuidaron para reducir el efecto de orilla, en las plantas efectivas.

Se usaron charolas nuevas, sin embargo, para prevenir enfermedades, las charolas fueron desinfectadas con una solución de hipoclorito de sodio al 5 %, sumergiéndolas en la solución durante 5 minutos.

Los suelos se mezclaron en seco con vermiculita en proporción de 2:1, a fin de disminuir la densidad de los suelos y de favorecer la porosidad y la estabilidad estructural de los mismos en las charolas. Esta medida se tomó a partir de que al llenar las charolas con los suelos, éstos se escapaban por los agujeros de repique de la raíz. Una vez tomada esta medida, fue posible llenar las charolas sin problemas.

Las semillas, de cada procedencia, se pusieron a remojar en agua durante las 12 horas anteriores a la siembra del experimento, y en la siembra se colocó una semilla por cada cavidad, a una profundidad aproximada del doble del tamaño de la semilla.

Las charolas se mantuvieron en condiciones de vivero durante 10 meses, desde el 1 de septiembre de 2007 hasta el día 3 de julio de 2008. Se consideró como fecha de germinación el día 3 de octubre de 2007.

Los riegos se hicieron cada tercer día. También se realizaron deshierbes manuales, cada vez que las malezas se manifestaban en forma importante. Durante este periodo surgieron dos contingencias, ambas durante la germinación de las plantas: la primera fue la falta de agua para riego durante casi una semana, lo que aplazó la germinación de algunas plantas; y la segunda los ataques de roedores (ratones) que se comieron algunas plantitas que apenas germinaban, sin embargo, la sobrevivencia de plantas a los 9 meses fue superior al 90 % por lo que el experimento pudo continuar.

#### 2.2.6 Variables evaluadas

Las variables evaluadas se registraron en dos etapas: una vez germinadas se midió la altura del hipocótilo y a los nueve meses se midieron las variables altura de la planta, diámetro a 0.5 cm del nivel del suelo, peso seco aéreo, peso seco radicular, peso seco total y sobrevivencia. En los siguientes puntos se describen las especificaciones consideradas para cada variable.

Altura del hipocótilo: esta medición consistió en medir desde el nivel del suelo hasta la base de los cotiledones, para esto se utilizó una regla graduada en cm. con precisión al mm. La medida se registro en cm, con aproximaciones al mm.

Altura de la planta: consistente en la medición de la longitud de la planta en cm desde el nivel del suelo hasta el ápice de la planta, esta medición se realizó con una regla graduada en cm. La medida se registró en cm, con aproximación al mm.

Diámetro de la planta: medición del diámetro de las plantas en mm a 0.5 cm del nivel del suelo, utilizando un pie de rey manual. Esta medida se tomo en mm.

Peso seco aéreo y peso seco radicular: consistió en obtener el peso seco de las partes de las plantas, para esto, las plantas se cortaron con un bisturí, a la altura del cuello de la raíz. Luego, fueron colocadas, en una estufa de secado por 36 horas a temperatura de 70°C. Una vez secas las muestras se pesaron en una balanza analítica a una precisión de 0.01 gramos.

Peso seco total: para obtener el peso seco total se sumó el peso seco de la parte aérea y el peso seco de la parte radicular de las plantas.

Sobrevivencia: consistió en contar las plantas vivas y en sacar el porcentaje de estas, en relación a las semillas totales que se sembraron. El valor utilizado para el análisis fue entonces el cociente de las plantas vivas entre las plantas totales.

## 2.3 Fase de gabinete

### 2.3.1 Análisis estadístico

Para determinar los efectos del tipo de suelo, así como las posibles diferencias en crecimiento asociadas a las procedencias de semilla, se llevó a cabo un análisis de varianza simple conforme al arreglo en bloques completos al azar, mediante el paquete estadístico SAS. Las observaciones en el experimento se expresan mediante una ecuación lineal como la siguiente:  $Y_{ij} = \mu + T_i + \beta_j + \epsilon_{ij}$

Donde:

$Y_{ij}$ : es el valor de la característica medida en la planta en la  $i$ -ésima procedencia, en la  $k$ -ésima repetición.

$\mu$ : es la media del experimento para la variable evaluada

$T_i$ : es el efecto del tratamiento (de la procedencia de semilla)

$\beta_j$ : es el efecto del bloque o repetición

$\varepsilon_{ij}$ : es el error experimental

En los casos en que se encontraron diferencias significativas con ( $\alpha=0.05$ ), se realizaron pruebas de tukey a fin de discernir las diferencias encontradas.

Para comprender las relaciones entre los principales nutrientes del suelo (Nitrógeno, Fósforo y Potasio), con las principales características de crecimiento de las plantas (Altura, Diámetro y peso seco total), se llevó a cabo un análisis de correlación por el método de Pearson, comparando los valores promedio de las variables en todos los suelos, para las cinco procedencias.

### 3 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: El Arenalito, Cardonal, Hidalgo (SEAH).

En este suelo, se encontraron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ), entre las procedencias, en las variables altura de las plantas y sobrevivencia (Apéndice 1).

Los resultados mostraron que para la variable altura de las plantas, las procedencias: El Arenalito, Hgo. (PEAH) y Palmas Altas, Coah. (PPAC) tuvieron alturas menores a las que tuvieron las procedencias (Maguey Verde Qro. (PMVQ), y La Yesera SLP. (PLYS) (Figura 1). Esta situación a pesar de mostrar diferencias entre las procedencias, no es definitiva, dado que las plantas son aún muy jóvenes para poder inferir sobre su desarrollo, y de acuerdo con Agundez, *et al.*, (1994) se consideran necesarios unos diez años para obtener una buena ordenación de las características de crecimiento y mortalidad de las plantas. Para complementar esta observación citamos a Arteaga-Martínez y Bautista- Tovar (1999) que mencionan que las plantas más grandes son más suculentas, lo que implica que tienen menor cantidad de tejido leñoso. Esto da una explicación de la situación, las plantas más altas, no son la que tienen el mayor grosor de tallo, ni las que tienen mayor acumulación de peso seco y por tanto no es una característica definitiva para decidir cuál es mejor o peor.

Para la variable Sobrevivencia, se encontró que la procedencia Lomas del orégano, Zac. (PLOZ), fue inferior a las procedencias: El Arenalito, Hgo. (PEAH); (Maguey Verde Querétaro (PMVQ) y Palmas Altas, Coah. (PPAC) (Figura 2). Aquí hay que hacer énfasis en que los resultados no se debieron a la semilla y/o al suelo, sino a los ataques de roedores que atacaron a las semillas en la etapa de germinación y que si bien los ataques fueron aleatorios, fueron estos, sin duda, los causantes de esta variación.

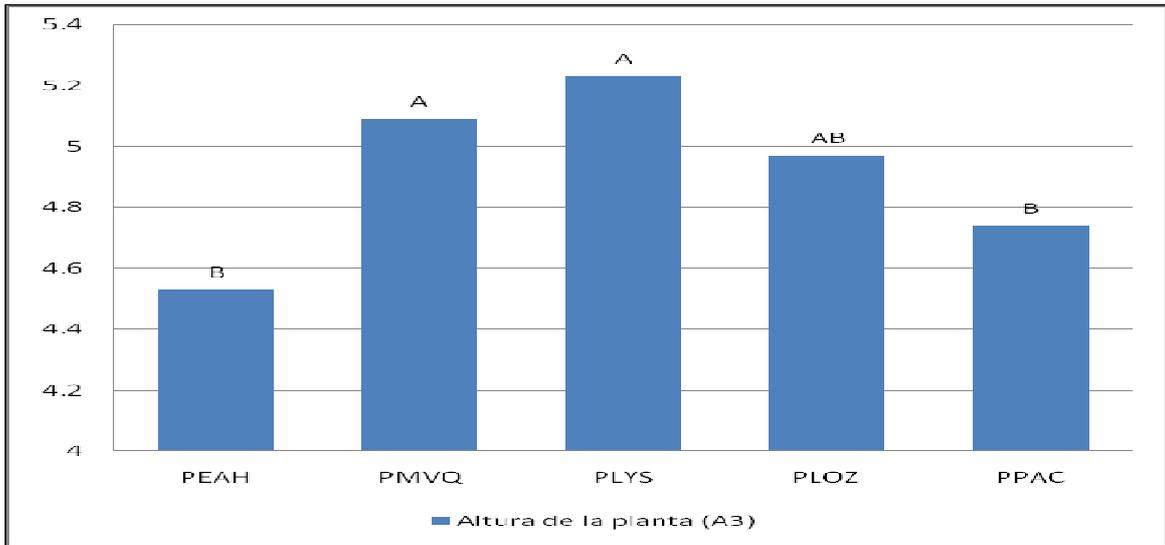


Figura 1. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo de la localidad El Arenalito, Cardonal, Hidalgo (SEAH), para la variable altura de las plantas, a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey.

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

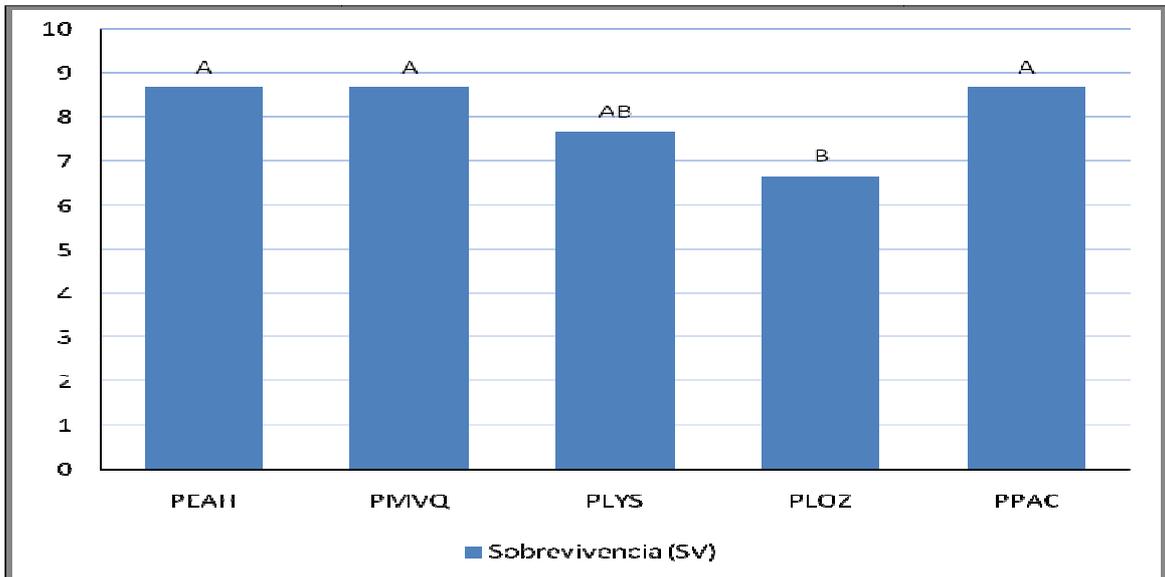


Figura 2. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo de la localidad El Arenalito, Hidalgo (SEAH), para la variable sobrevivencia, a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey.

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

3.2. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: Maguey Verde, Peñamiller, Querétaro (SMVQ).

En este suelo, se encontraron diferencias significativas ( $\alpha=0.05$ ) para la variable diámetro de la planta. Los resultados mostraron una superioridad en diámetro de las procedencias: El Arenalito, Hgo (PEAH), Maguey Verde, Qro. (PMVQ) y La Yesera, SLP. (PLYS); con respecto a las procedencias: Lomas del Orégano, Zac. y Palmas Altas, Coah. (PPAC) (Figura 3). García, (2001) había encontrado diferencias en diámetro del cuello en *Pinus pinceana*, en aplicación de fertilizante con alto contenido de potasio, sin embargo, en este experimento, al observar las pruebas de Tukey y las pruebas de correlación, se descarta la posibilidad de que las diferencias encontradas entre las procedencias, en los suelos, tenga como causa las características de los suelos dado que no existe un patrón definido del comportamiento de las procedencias en los distintos suelos.

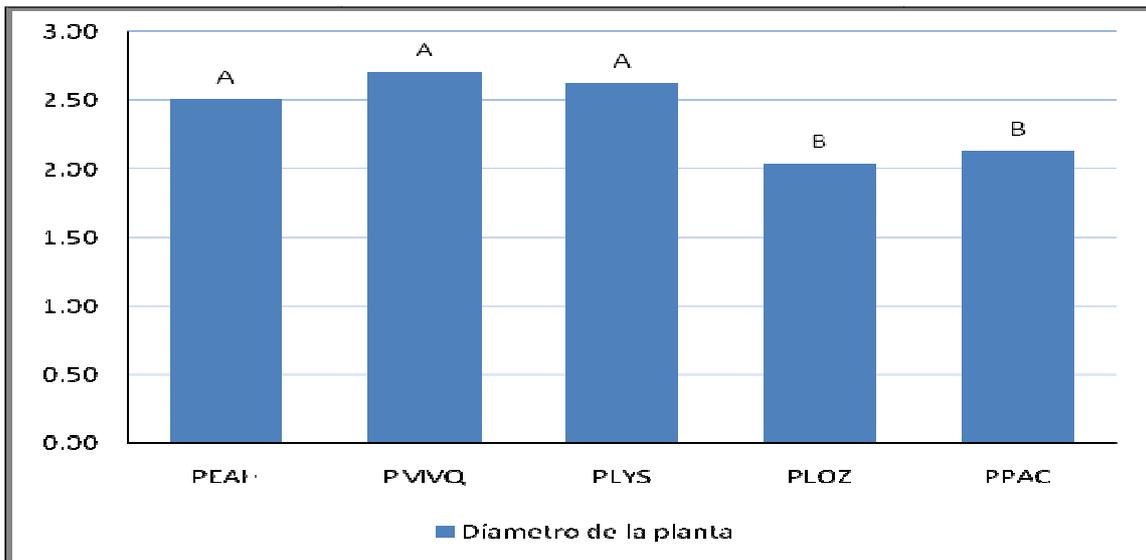


Figura 3. Diferencias encontradas en el suelo SMVQ, (Suelo de la localidad Maguey Verde, Peñamiller, Querétaro), para la variable diámetro (D) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias.

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

### 3.3. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: La Yesera, Núñez, San Luís Potosí (SLYS).

En el suelo SLYS (Suelo de la localidad La Yesera, Nuñez, San Luís Potosí) se encontraron diferencias con un ( $\alpha=0.05$ ) entre las procedencias en la variable peso seco de la parte radicular (PSR) (Figura 4).

Gutiérrez, (2001) reportó diferencias en altura peso verde aéreo y peso seco aéreo en aplicación de fertilizantes con alto contenido de nitrógeno, en varias especies de *Pinus* en vivero, asimismo relacionó el menor contenido de nitrógeno con menor repuesta de las variables mencionadas; Cordoba, et al. (2008) En su investigación sobre *Pinus pinceana*, en dos tipos de suelo, reportaron que el suelo afectó de manera significativa la longitud de la planta, longitud de la raíz, peso seco de la planta, peso seco de la raíz y la relación raíz/parte aérea.

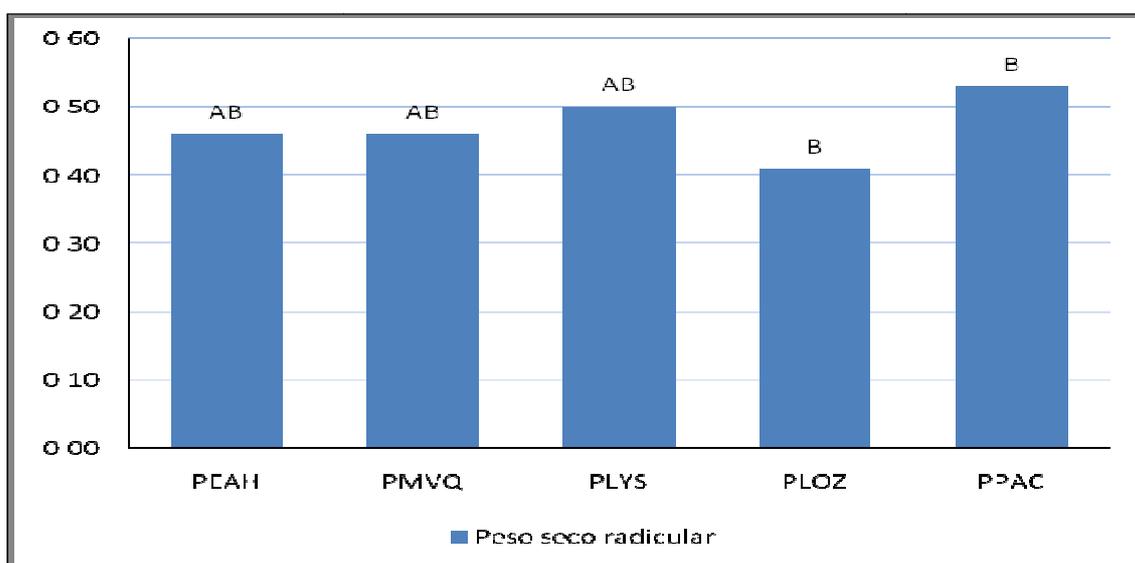


Figura 3. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SLYS, (Suelo de la localidad La Yesera, San Luís Potosí), para la variable peso seco radicular (PSR) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias.

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

### 3.4. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: Lomas del Orégano, Mazapil, Zacatecas (SLOZ).

En el suelo SLOZ (Suelo de la localidad Lomas del Oregano, Mazapil, Zacatecas) se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias con un ( $\alpha=0.05$ ) en la variable diámetro de la planta (D) (Figura 5). Como se había mencionado, estas diferencias no son definitivas para decidir cual procedencia es mejor o peor para este suelo, y como se observa en las pruebas de Tukey y las pruebas de correlación, se descarta la posibilidad de que las diferencias encontradas entre las procedencias, en los suelos, tenga como causa las características de los suelos.

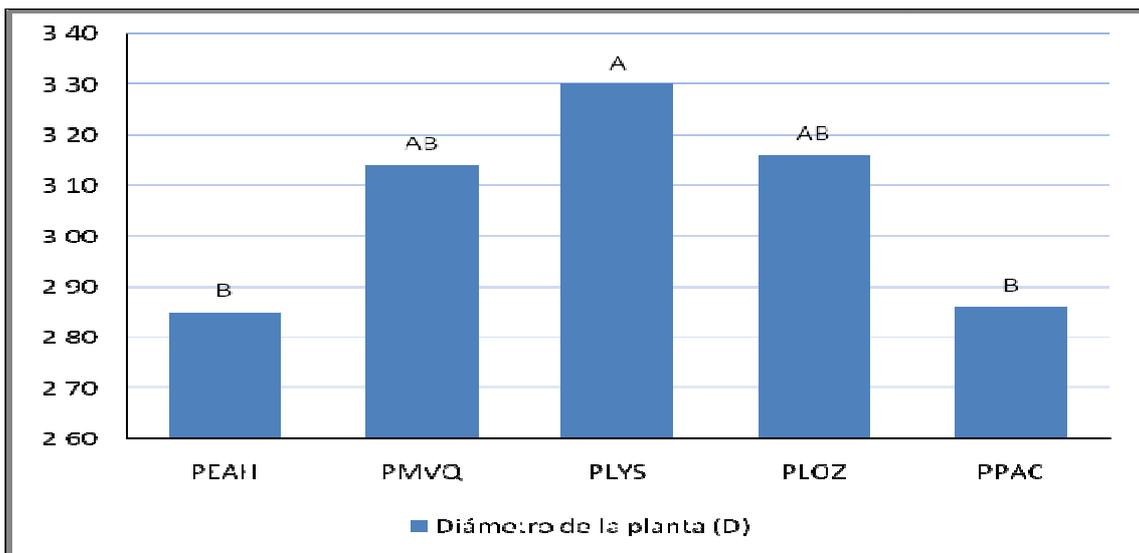


Figura 5. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SLOZ, (Suelo de la localidad Lomas del Orégano, Mazapil, Zacatecas), para la variable diámetro (D) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias.

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luis Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

3.5. Resultados encontrados para el suelo de la localidad: Palmas Altas, Saltillo, Coahuila (SPAC).

En el suelo SPAC (Suelo de la localidad Palmas Altas, Saltillo, Coahuila, se encontraron diferencias estadísticas significativas entre las procedencias con un ( $\alpha=0.05$ ) en la variable diámetro de la planta (D) (Figura 6). Cabe mencionar, de nueva cuenta que estas diferencias no son definitivas para decidir cual procedencia es mejor o peor para este suelo, y como se observa en las pruebas de Tukey y las pruebas de correlación, se descarta la posibilidad de que las diferencias encontradas entre las procedencias, en los suelos, tenga como causa las características de los suelos.

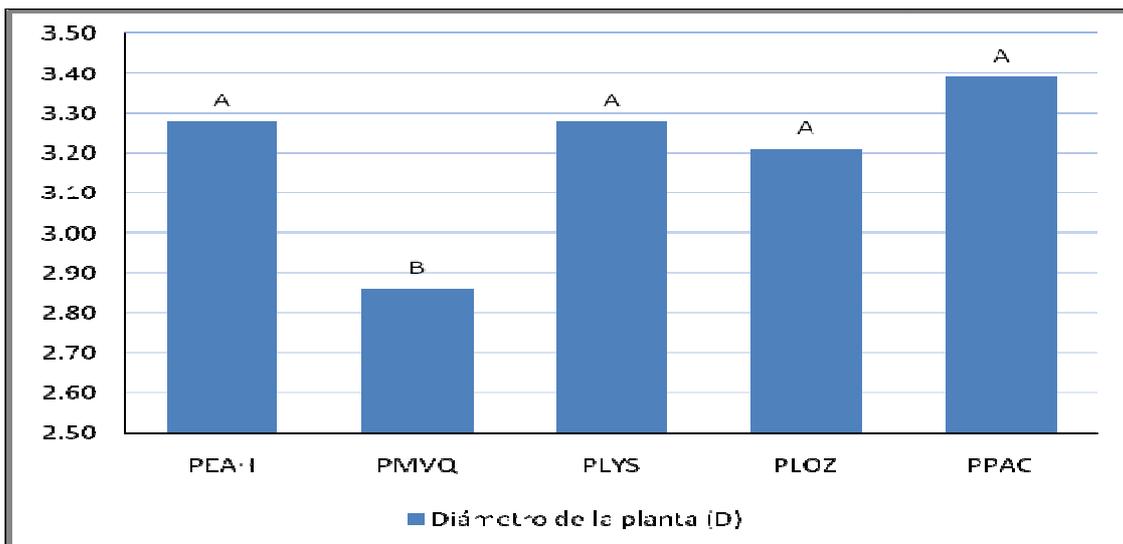


Figura 6. Diferencias estadísticas encontradas en el suelo SPAC, (Suelo de la localidad Palmas Altas, Saltillo, Coahuila), para la variable diámetro (D) a través de la prueba de comparación de medias por del método de Tukey. Las letras indican las diferencias entre las procedencias.

Donde: PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luis Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.

3.6. Correlación entre los nutrientes principales del suelo (nitrógeno, fósforo y potasio) y las principales características de crecimiento de las plantas (altura, diámetro y peso seco total).

De acuerdo a los análisis de correlación, las diferencias encontradas no son atribuibles a los nutrientes del suelo, dado que, los análisis de correlación entre los nutrientes del suelo y las características de crecimiento de las plantas, arrojaron coeficientes que indican que no hay asociación entre las características del suelo y el crecimiento de las plantas (Apéndice 2). Esta observación coincide con los resultados de Cordoba *et al.* (2008) en su investigación sobre *Pinus pinceana*, en dos tipos de suelo, donde encontraron que el suelo no afectó la longitud de la parte aérea de las plantas. Agundez *et al.* (1994) mencionan que normalmente se consideran necesarios unos diez años para obtener una buena ordenación de las características de crecimiento y mortalidad de las plantas. Lo que permite decir que las diferencias encontradas entre procedencias en altura de las plantas, están más influidas por las condiciones en que se desarrollo el experimento que por la posible adaptación de las procedencias. Capó (2001) explica que para la selección de la especie y el tipo de plántula a utilizar a la información insuficiente o mal interpretada producirá resultados decepcionantes, y que la procedencia de la semilla debe adecuarse lo más posible a las condiciones generales del sitio y mayormente a los factores ambientales críticos por lo que mientras no se demuestre una superioridad absoluta de una especie exótica sobre la nativa, se han de preferir las especies nativas.

## 4 CONCLUSIONES

No se encontró correlación entre los nutrientes principales del suelo y las principales características de crecimiento de las plantas, de la misma manera, las diferencias encontradas entre las procedencias en los cinco tipos de suelo no establecen un patrón claro de crecimiento, lo que sugiere que las diferencias encontradas, se deben más a las condiciones en que se desarrollo el experimento y a las condiciones de variabilidad natural de las poblaciones.

Las diferencias encontradas entre las procedencias en los cinco suelos no son definitivas para establecer cuál o cuales procedencia son mejores o peores en cada suelo y de acuerdo con los resultados “Las cinco procedencias resultaron aptas para ser establecidas en los cinco suelos”, sin embargo, en el momento de las toma de decisiones las procedencias preferidas deben ser las nativas de cada localidad, dado que estas están adaptadas a todas las condiciones ambientales del sitio (Capó, 2001).

Los resultados en la variable sobrevivencia no son un factor decisivo en la elección de las procedencias, dado que la mortalidad se debió, en su gran mayoría, a eventos aleatorios de ataque de roedores que hicieron la diferencia en sobrevivencia en las plantas.

## 5 RECOMENDACIONES

- ✓ Darle continuidad a este experimento, realizando mediciones durante al menos, dos años para evaluar las tendencias que sigan las plantas en vivero.
- ✓ Realizar otros experimentos con esta especie, a fin de analizar, cual es la tendencia que siguen las variables estudiadas, en vivero y en campo.
- ✓ Establecer las procedencias en campo, para que, en conjugación de todos los factores ambientales se mida el potencial de cada procedencia para cada sitio.
- ✓ Investigar las condiciones ambientales de temperatura, humedad, precipitación y su estacionalidad, insolación, profundidad de suelos, micorrizas asociadas; así como otros factores propios de cada sitio de distribución de *Pinus pinceana*.

## 6 FUENTES DE CONSULTA

- Agúndez, D., R. Alfa., R. Stephan.; L, Gil y J.A. Pardos. 1994. Ensayo de Procedencias españolas y alemanas de *Pinus sylvestris* L: Comportamiento en vivero y supervivencia en el monte. *Ecología* N° 8: 245-257. Icona Madrid.
- Arteaga-Martínez B. y J. Bautista-Tovar. 1999. Influencia del tamaño del envase y fertilización sobre el crecimiento de *Cupressus guadalupensis*, S. Wats; en vivero. *Revista Chapingo. Serie Ciencias Forestales* V 5(2): 149-154.
- 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. P. 18-22.
- Capó Arteaga, M.A. 2001. *Establecimiento de Plantaciones Forestales Comerciales: Los Ingredientes del éxito*. Universidad autónoma Agraria Antonio Narro. Departamento Forestal. Primera ed. 207 p.
- CETENAL. 1975. Carta topográfica. G14C33 Saltillo. Esc. 1:50,000. México.
- Córdoba Rodríguez, D., J. Vargas Hernández. y J. A. Arévalo Ramírez. 2008. Adaptabilidad de poblaciones de *Pinus pinceana* en dos suelos. *Revista Fitotecnia Mexicana* 31 (3): 273-279.
- Favela Lara, S., C.G. Velasco Macías y G.J. Alanis Flores. 2009. *Pinus Pinceana* (Pinacea) Nuevo registro para el estado de Nuevo León, México. *Journal of the botanical Research Institute on Texas*. 3(2): 771-774.
- García González, S. 2001. Efecto de tres tratamientos de fertilización sobre tres especies de pino en etapa de vivero bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 58 p.

- García, E. 1987. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (adaptado a las condiciones de la República Mexicana). 4a. ed. Instituto de Geografía, Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 217 p.
- Gutiérrez Soto, M. F. 2001. Efecto de tres niveles de fertilizante sobre *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus pinceana* Gord. Bajo condiciones de invernadero. Tesis de licenciatura. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 44 p.
- Keyes, M. y C. Grier. 1981. Above and below-ground net production in 40-years-old Douglas-fir stands on low and high productivity sites. *Canadian Journal of Forest Research* 11: 599-605.
- Universidad Autónoma de Nuevo León. 1985. Memorias, Primer Simposium Nacional, Sobre Pinos Piñoneros; Linares Nuevo León, México.
- Perry J. P. 1991. The pines of México and Central América. Timber Press. Inc. Portland, Oregón, USA. 563 p.
- Piñero, D., et al. 2008. La diversidad genética como instrumento para la conservación y el aprovechamiento de la biodiversidad: estudios en especies mexicanas, en *Capital natural de México*, vol. I: Conocimiento actual de la biodiversidad. Conabio, México. pp. 437-494.
- Pritchett, W. L. 1991. Suelos Forestales. Propiedades, Conservación y mejoramiento. Ed. Limusa. México. 634 p.
- Salazar García, J.J., J.J. Vargas Hernández., J. Jasso Mata., J.D. Molina Galán., C. Ramírez Herrera, y J. López Upton. 1999. Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de pinos en edades tempranas. *Revista Madera y Bosques* 5(002):19-34.
- SEMARNAT. 2006. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. Protección ambiental- especies nativas de México de flora y fauna silvestres- categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio- lista de especies en riesgo. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

- Villareal Quintanilla, J.A., J.A. Mares Arreola., E.H. Cornejo Oviedo y M.A. Capó Arteaga. 2009. Estudio florístico de los piñonares de *Pinus Pinceana*. Acta botánica mexicana. N°89: 87.
- Young, A. G. y Clarke, G. M. 2000. Genetics, Demography and Viability of fragmented Populations. Pres, Cambridge, UK. Cambridge University. 421 p.

## 8. APÉNDICES

### Apéndice 1. Resultados de Tukey para cada suelo.

#### Suelo de la localidad “El Arenalito, municipio de Cardonal, Hidalgo (SEAH).

Procedencia	AH	Tukey	A3	Tukey	D	Tukey	PSR	Tukey	PSA	Tukey	PST	Tukey	SV	Tukey
PEAH	2.11	A	4.53	B	2.64	A	0.58	A	0.87	A	1.45	A	8.67	A
PMVQ	2.08	A	5.09	A	2.70	A	0.54	A	0.79	A	1.34	A	8.67	A
PLYS	2.15	A	5.23	A	2.70	A	0.6	A	0.73	A	1.34	A	7.67	AB
PLOZ	2.02	A	4.97	AB	2.61	A	0.46	A	0.68	A	1.14	A	6.67	B
PPAC	1.95	A	4.74	B	2.72	A	0.43	A	0.64	A	1.07	A	8.67	A

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

#### Suelo de la localidad “Maguey Verde, municipio de Peñamiller, Querétaro (SMVQ).

Procedencia	AH	Tukey	A3	Tukey	D	Tukey	PSR	Tukey	PSA	Tukey	PST	Tukey	SV	Tukey
PEAH	2.33	A	4.98	A	2.51	A	0.57	A	0.69	A	1.26	A	8.67	A
PMVQ	2.36	A	5.02	A	2.71	A	0.46	A	0.61	A	1.07	A	8.67	A
PLYS	2.33	A	5.2	A	2.63	A	0.48	A	0.72	A	1.2	A	8.67	A
PLOZ	2.28	A	4.84	A	2.04	B	0.48	A	0.67	A	1.14	A	8.67	A
PPAC	2.37	A	5.29	A	2.13	B	0.51	A	0.63	A	1.14	A	8.67	A

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

#### Suelo de la localidad “La Yesera, municipio de Núñez, San Luís Potosí” (SLYS).

Procedencia	AH	Tukey	A3	Tukey	D	Tukey	PSR	Tukey	PSA	Tukey	PST	Tukey	SV	Tukey
PEAH	2.16	A	4.73	A	2.95	A	0.46	AB	0.74	A	1.2	A	8.67	A
PMVQ	1.99	A	4.42	A	3.01	A	0.46	AB	0.66	A	1.12	A	8.67	A
PLYS	2.24	A	4.71	A	2.68	A	0.50	AB	0.71	A	1.21	A	8.33	A
PLOZ	2.05	A	4.51	A	2.74	A	0.41	B	0.64	A	1.05	A	8.33	A
PPAC	2.19	A	4.71	A	2.92	A	0.53	A	0.75	A	1.27	A	8.67	A

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

Suelo de la localidad "Lomas del Orégano, municipio de Mazapil, Zacatecas"  
(SLOZ).

Procedencia	AH	Tukey	A3	Tukey	D	Tukey	PSR	Tukey	PSA	Tukey	PST	Tukey	SV	Tukey
PEAH	2.24	A	4.73	A	2.85	B	0.54	A	0.74	A	1.28	A	8.67	A
PMVQ	2.27	A	5.01	A	3.14	AB	0.52	A	0.81	A	1.33	A	9.00	A
PLYS	2.27	A	4.96	A	3.30	A	0.46	A	0.76	A	1.22	A	8.33	A
PLOZ	2.21	A	4.86	A	3.16	AB	0.45	A	0.63	A	1.07	A	9.00	A
PPAC	2.01	A	4.86	A	2.86	B	0.42	A	0.63	A	1.05	A	8.67	A

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

Suelo de la localidad "Palmas Altas, municipio de Saltillo, Coahuila" (SPAC)

Procedencia	AH	Tukey	A3	Tukey	D	Tukey	PSR	Tukey	PSA	Tukey	PST	Tukey	SV	Tukey
PEAH	1.97	A	4.77	A	3.28	A	0.56	A	0.80	A	1.36	A	8.67	A
PMVQ	1.99	A	4.96	A	2.86	B	0.54	A	0.76	A	1.3	A	8.67	A
PLYS	2.19	A	5.3	A	3.28	A	0.52	A	0.72	A	1.24	A	8.67	A
PLOZ	2.07	A	4.68	A	3.21	A	0.52	A	0.71	A	1.22	A	8.00	A
PPAC	1.99	A	4.86	A	3.39	A	0.55	A	0.70	A	1.25	A	9.00	A

*PEAH: Procedencia de El Arenalito, Hidalgo; PMVQ: procedencia de Maguey Verde, Querétaro; PLYS: procedencia de La Yesera, San Luís Potosí; PLOZ: procedencia de Lomas del Orégano, Zacatecas y, PPAC: Procedencia de Palmas Altas, Coahuila.*

Apéndice 2. Resultados de la relación entre los nutrientes principales del suelo (nitrógeno, fósforo y potasio) y las principales características de crecimiento de las plantas (altura, diámetro y peso seco total).

Coefficientes de correlación de Pearson obtenidos para el experimento:

	A3	D	PST
N	0.470	0.670	0.284
<i>Rho</i>	<i>0.424</i>	<i>0.216</i>	<i>0.541</i>
P	-0.136	0.340	0.369
<i>Rho</i>	<i>0.827</i>	<i>0.576</i>	<i>0.541</i>
K	-0.333	-0.093	-0.085
<i>Rho</i>	<i>0.585</i>	<i>0.882</i>	<i>0.892</i>

*A3=Altura de la planta; D= diámetro de la planta; PST=Peso seco total; N=Contenido de nitrógeno en el suelo; P= Contenido de potasio en el suelo. Rho=Probabilidad de que exista la correlación determinada.*