

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



Sobrevivencia y Crecimiento de *Pinus johannis* M. -F. Robert en un Ensayo de
Procedencias a Diez Años de su Establecimiento en Mesa de las Tablas, Arteaga,
Coahuila

Por:

HERNÁN SÁNCHEZ ROBLERO

Tesis

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio de 2013

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL

Sobrevivencia y Crecimiento de *Pinus johannis* M. -F. Robert en un Ensayo de
Procedencias a Diez Años de su Establecimiento en Mesa de las Tablas, Arteaga,
Coahuila

Por:

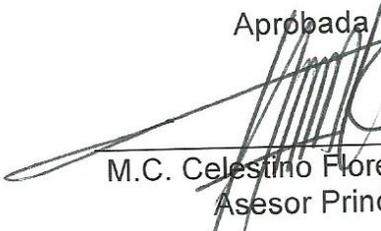
HERNÁN SÁNCHEZ ROBLERO

Tesis

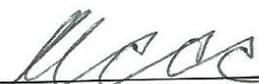
Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

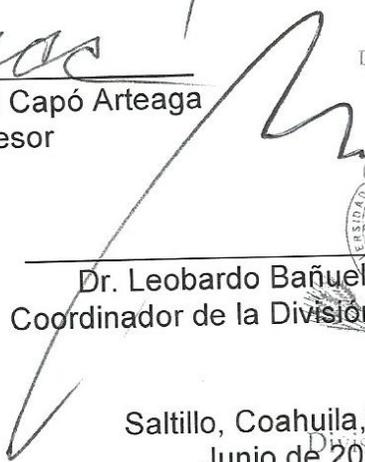
Aprobada


M.C. Celestino Flores López
Asesor Principal




Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Coasesor

DEPARTAMENTO FORESTAL
M.C. Jorge David Flores Flores
Coasesor


Dr. Leobardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía



Saltillo, Coahuila, México
Junio de 2013

División de Agronomía

Este proyecto de tesis fue apoyado por el Proyecto Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal Conafor-Conacyt No. 176167 Aproximación molecular para la evaluación genética de áreas productoras de semillas y de conservación en especies del género *Pinus*. Responsable técnica Dra. Patricia Delgado Valerio. Grupo de trabajo y asesor de este trabajo de tesis M.C. Celestino Flores López.

DEDICATORIA

A mis padres

Juan Sánchez Hernández† y Linda Luz Roblero Gálvez

Porque gracias a su esfuerzo y amor han hecho posible este paso en mi vida, por esa confianza y apoyo incondicional que en mí pusieron para que lograra terminar mis estudios, les dedico con gran aprecio y cariño, el trabajo de tesis.

A mis hermanos(as)

Porque ustedes siempre han estado conmigo, son y serán mi inspiración para ser una mejor persona día con día.

A mis amigos y compañeros

Porque durante la convivencia que con ellos tuve, de alguna forma me cedieron apoyo moral para continuar con mi preparación profesional.

Con gentileza y aprecio
Hernán Sánchez Roblero

AGRADECIMIENTO

A Dios Padre, por permitirme vivir y poder convivir con mi familia, por esa dicha de hasta ahora gozar de salud.

A mis padres y hermanos, que como familia me han dado el cuidado, la enseñanza y motivación sobre la vida, conduciéndome por medio del cariño y consejos para alcanzar las metas propuestas, con ellos estaré infinitamente agradecido.

A mí *Alma Mater*, La Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por haberme dado esa enorme oportunidad de llevar a cabo mi formación profesional superior dentro de su plantel.

Al M. C. Celestino Flores López, por haberme aceptado como uno de sus tesisas, y sobre todo por su trato, actitud y conocimiento que mostraba en las asesorías y evidentemente fungir como uno de los pilares para poder dar el último paso con el cual completaría la carrera de Ingeniero Forestal.

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga y al M. C. Jorge David Flores Flores, por el empeño de estar a la disposición al brindarme la asesoría para la realización de la tesis en tiempo y forma.

Al Proyecto del Fondo Sectorial para la Investigación, el Desarrollo y la Innovación Tecnológica Forestal Conafor-Conacyt No. 176167 Aproximación molecular para la evaluación genética de áreas productoras de semillas y de conservación en especies del género *Pinus*.

A mis amigos y compañeros, que me apoyaron en la evaluación de este estudio, y a los que colaboraron con puntos de vista y opiniones en la redacción de la tesis.
¡Muchas Gracias!

ÍNDICE DE CONTENIDO

Página

ÍNDICE DE CUADROS	i
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
ABSTRACT	iv
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo general	2
1.2 Objetivos específicos.....	2
2 REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Descripción y distribución de <i>Pinus johannis</i>	3
2.2 Importancia y estatus de <i>Pinus johannis</i>	4
2.3 Variación ecológica y variación de especies	4
2.4 Ensayos de procedencias.....	6
2.5 Estudios de procedencias en México	8
3 MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Descripción de las procedencias.....	11
3.2 Descripción del área de plantación	12
3.2.1 Antecedentes de la plantación.....	12
3.2.2 Clima y suelo	14
3.3 Variables evaluadas	14
3.3.1 Diámetro a la base y área de copa.....	14
3.3.2 Altura total y número de ramas	15
3.3.3 Supervivencia y proporción de sexos.....	15
3.4 Diseño experimental.....	16
3.5 Análisis estadístico	17
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18
4.1 Diámetro a la base.....	18
4.2 Altura total	20
4.3 Número de ramas	21

4.4	Área de copa.....	23
4.5	Diferencias de crecimiento	25
4.6	Sobrevivencia	26
4.7	Proporción de sexos.....	27
5	CONCLUSIONES	29
6	RECOMENDACIONES	30
7	LITERATURA CITADA.....	31
	APÉNDICES.....	36

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Mapa de ubicación de la plantación de <i>Pinus johannis</i>	9
Cuadro 2 Características geográficas, climáticas y orográficas de las procedencias de <i>Pinus johannis</i>	12

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1 Mapa de ubicación de la plantación de <i>Pinus johannis</i>	13
Figura 2 Muestra de estructura reproductiva masculina (a) y estructura reproductiva femenina (b) de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila.....	16
Figura 3 Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable diámetro a la base (mm) del ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en el año de establecimiento (2002), a dos y a diez años después de la plantación.....	18
Figura 4 Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable altura total (cm) del ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en el año de establecimiento (2002), a dos y a diez años después de la plantación.....	20
Figura 5 Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable número de ramas del ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en el año de establecimiento (2002), a dos y a diez años después de la plantación.....	22
Figura 6 Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable área de copa (cm ²) del ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en la última evaluación (2012) de la plantación.....	24
Figura 7 Proporción de sexos de <i>Pinus johannis</i> con 14 años de edad de la procedencia La Encantada.....	28
Figura 8 Proporción de sexos de <i>Pinus johannis</i> con 14 años de edad de la procedencia Salaverna.....	28
Figura 9 Proporción de sexos de <i>Pinus johannis</i> con 14 años de edad de la procedencia Laguna de Sánchez.....	28

RESUMEN

Pinus johannis está clasificada como especie sujeta a protección especial y requiere conocimiento para su conservación; por lo tanto, con el propósito de contribuir, en este estudio se evaluó el crecimiento de *Pinus johannis* en un ensayo de tres procedencias de *Pinus johannis*, en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila, a 10 años de establecimiento.

La plantación se estableció el día 31 de agosto del 2002, utilizando semillas colectadas de tres procedencias: La Encantada, Nuevo León; Salaverna, Zacatecas y Laguna de Sánchez, Nuevo León, utilizando 13, 10 y 3 familias respectivamente, el diseño experimental utilizado es el de bloques completos al azar con tres repeticiones por unidad experimental (familia). En el análisis de varianza se hizo uso de tres familias por procedencia, las evaluaciones de la plantación se llevaron a cabo durante los años 2002, 2004 y 2012. Las variables evaluadas son diámetro basal, altura total y número de ramas en las primeras dos evaluaciones, en la última se añadieron la estimación del área de copa, la determinación de la proporción de sexos y la sobrevivencia.

Los resultados reflejan que las únicas diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.05$) entre procedencias están en la variable altura total en el primer año de evaluación (2002) y número de ramas en los años 2002 y 2004, sin embargo, en las evaluaciones posteriores ya no existe diferencias significativas en ninguna de las variables evaluadas. Estos resultados posiblemente se deban a que hay poca variación ambiental entre las procedencias y el área experimental.

En cuanto a la proporción de sexos, existe una mayor proporción similar de individuos que presentan solo estructuras reproductoras masculinas y que tienen solo estructuras reproductoras femeninas en las tres procedencias y además también se encontraron pocos individuos con ambos sexos.

Palabras claves: Procedencia, protección especial, variación ambiental, *Pinus johannis*

ABSTRACT

Pinus johannis is classified as a species subject to special protection and knowledge is required for their conservation, therefore, in order to contribute, in this study we evaluated the growth of *Pinus johannis* in a trial of three provenances of *Pinus johannis* in Mesa de Las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila, 10 years of establishment.

The plantation was established on August 31, 2002, using seeds collected from three provenances: La Encantada, Nuevo Leon; Salaverna, Zacatecas and Laguna de Sanchez, Nuevo Leon, using 13, 10 and 3 families, respectively, the design used is experimental randomized complete block with three replications per experimental unit (family). In the analysis of variance was done using three families per provenance planting assessments were carried out during the years 2002, 2004 and 2012. The variables evaluated were basal diameter, total height and number of branches in the first two evaluations, in the last evaluation were added crown area estimation, determining the sex ratio and survival.

The results show that the only statistically significant differences ($P < 0.05$) among provenances are in the variable total height in the first year of evaluation (2002) and number of branches in 2002 and 2004, however, in subsequent evaluations no significant differences in any of the variables evaluated. These results may be due to that there is little environmental variation between provenances and the experimental area.

In terms of the sex ratio, there is a highest proportion of individuals with similarly only male reproductive structures and only in female reproductive structures in the three sources and also were found few individuals with both sex.

Keywords: Origin, special protection, environmental variation, *Pinus johannis*

1 INTRODUCCIÓN

A partir de los ensayos de procedencias se obtienen gran parte de la información sobre la cantidad y distribución de la variación genética natural en los árboles forestales, esto lleva a la finalidad de identificar las fuentes superiores de las semillas para satisfacer las necesidades de reforestación (Young, 1991). Por otra parte, los ensayos de procedencias nos ayudan a definir la zonificación de semillas como herramienta en el mejoramiento genético forestal y control del movimiento de semillas (Nienstaedt, 1990).

Algunos antecedentes sobre los ensayos de procedencias nos muestran que también se han hecho este tipo de estudios con un fin diferido al del manejo de las plantaciones comerciales, estamos hablando de los fines de proteger, restaurar o conservar áreas que se encuentran degradadas, y se ha tratado de lograrlo con el estudio de adaptabilidad de algunas especies que se encuentran en algún estatus de riesgo (De los Ríos *et al.*, 2008)

En México existen muchas especies que se encuentran en algún estatus de riesgo y son dadas a conocer en la NOM-059-SEMARNAT-2010 (SEMARNAT, 2010), cabe resaltar que dentro de las coníferas, hablando específicamente de los pinos piñoneros, los cuales se dividen en dos grupos: cembroides: *Pinus monophylla* Torr. et Frem., *P. edulis* Engelm, *P. remota* (Little) Bailey et Hawksworth, *P. caterinae* M-F. Robert-Passini, *P. cembroides* Zucc., *P. cembroides* subsp. *orizabensis* Bailey, *P. discolor* Bailey et Hawksworth, *P. johannis* M-F. Robert, *P. lagunae* M-F. Robert-Passini, *P. quadrifolia* Parl., *P. juarezensis* Lanner y *P. culminicola* Andresen et Beaman, y la sección de los pinceanas: *Pinus pinceana* Gord., *P. maximartinezii* Rzedowski, *P. nelsoni* Shaw y *P. rzedowski* Madrigal et Caballero (Perry, 1991). *Pinus johannis* M. –F. Robert, está descrito como especie rara y endémica por Perry (1991), y catalogado como especie en protección especial, por lo cual es pertinente llevar a cabo acciones que propicien la recuperación y conservación de estas poblaciones (SEMARNAT, 2010).

El presente estudio es parte de la continuación del ensayo de procedencias establecido el año 2002 en el Cerro el Coahuilón, Ejido Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila, con plantas de *Pinus johannis* de cuatro años de edad provenientes de Salaverna, (camino de Concepción del Oro a Mazapil), Zacatecas, Encantada, Zaragoza, Nuevo León y Ejido la Laguna de Sánchez, Nuevo León.

En Salaverna se consideraron 10 familias, en la Encantada 13 y 3 en la población de Laguna de Sánchez, estas procedencias fueron evaluadas en los años 2002, 2004 y 2012. Con los datos de la última evaluación se va a complementar el trabajo de estudio de Muñoz (2006). Por tanto, el seguimiento del ensayo de procedencias es hasta diez años de su establecimiento.

1.1 Objetivo general

Comparar el crecimiento y sobrevivencia entre procedencias de *Pinus johannis* a diez años de su establecimiento en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coah.

1.2 Objetivos específicos

- Comparar el incremento de las variables altura total, diámetro basal y número de ramas, durante los periodos 2002-2004 y 2012
- Comparar entre procedencias las variables altura total, diámetro basal, número de ramas, área de copa y sobrevivencia para el año 2012
- Determinar la proporción de sexos para la especie de *Pinus johannis* a la edad de 14 años.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Descripción y distribución de *Pinus johannis*

Esta especie se caracteriza por presentar un porte arbustivo de tallos múltiples y es muy raro encontrarlo con un tallo simple dominante. Llega a medir hasta 4 metros de altura, pero es más común encontrar plantas de 2 a 3 metros de altura. Su copa es baja, redondeada y densa. La corteza en los árboles jóvenes es lisa y de color gris, en los árboles más viejos es áspero y escamosa, pero no muy arrugada o surcada. Los fascículos están formados por tres acículas, ocasionalmente 2, rara vez 4, presentan una longitud que van desde 3 a 5 cm y de 0.9 a 1.2 mm de espesor, la vaina del fascículo es flexible y caduca. El cono tiene una forma oblonga, dehiscente y ligeramente resinoso, de 3 a 4 cm de longitud y de 2 a 3 cm de ancho. El pedúnculo es muy corto, de color café y mide cerca de 10 mm de ancho. La madera de esta especie es de color marrón amarillento pálido y es usada como combustible, las semillas se utilizan como alimento, y por su hermoso follaje, esta especie tiene potencial para uso ornamental (Perry, 1991).

La distribución de *Pinus johannis* está localizada en la Sierra Plegada de Coahuila y Nuevo León, comprende las poblaciones Ejido San Antonio La Osamenta con una superficie de 400.274 ha, en la Propiedad Privada Mesa del Rosario existen 118.927 ha pobladas de esta especie, en la comunidad Laguna de Sánchez se encuentran 305.453 ha (estas tres poblaciones respecto al estado de Nuevo León) y en el Ejido Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila, se tiene una superficie de 211.378 ha (Barrera, 2007). Pero estas poblaciones no representan todas las que existen dentro de nuestra república mexicana, ya que Perry (1991) menciona que *Pinus johannis* fue descrito originalmente en áreas muy limitadas cerca de las ciudades de Concepción del Oro y Mazapil, estado de Zacatecas; más recientemente se reportaron una serie de pequeñas poblaciones al oeste de Coahuila y en la zona situada entre los municipios de Miquihuana y Aramberri, Nuevo León (Barrera, 2007).

2.2 Importancia y estatus de *Pinus johannis*

Los pinos piñoneros tienen una relación interesante con la historia de tiempos remotos de los hombres, ya que estas especies se encontraban en las rutas de migración que emplearon los primeros pobladores de Mesoamérica. Para algunas etnias o comunidades indígenas del norte de México y suroeste de los Estados Unidos de América, las semillas representaron una fuente alimenticia importante de proteínas y grasas, en un 37% y un 49.1% respectivamente (Lara, 1997).

Los piñoneros, a pesar de su limitada capacidad productiva, aportan varios tipos de materiales y servicios ambientales que a su vez tiene impactos decisivos en la supervivencia de los poblados rurales. De los piñoneros se obtienen semillas comestibles o piñones, leña, postes, ornamentales, madera para construcción de vivienda y muebles rústicos, árboles de navidad, resina, además de servir de abrigo a la fauna silvestre y ecológicamente tiene la virtud de su adaptación a lugares secos, perturbados y hasta erosionados (Piñón, 2007; Villareal *et al.*, 2009).

Dentro del grupo de los pinos piñoneros podemos localizar a la especie de *Pinus johannis*, una especie endémica de nuestro país, y además tiene características de importancia ecológica que la hace especial, tal caso es: hallar a esta especie en la lista de las coníferas que están en una categoría de protección especial de la NOM-059-SEMARNAT-2010, lo cual quiere decir que probablemente existan factores ambientales del hábitat en donde *Pinus johannis* se desarrolla, que le están afectando negativamente a la viabilidad de ésta especie (SEMARNAT, 2010).

2.3 Variación ecológica y variación de especies

La variación dentro del mejoramiento genético forestal, es básicamente todas las diferencias fenológicas y/o adaptativas que existen entre árboles de una misma

especie, y como lo menciona Zobel y Talbert (1988): existen diferentes tipos de variación; en este apartado se encuentra la variación entre especies, la variación geográfica, entre rodales, entre sitios, entre árboles individuales y la variación dentro de árboles individuales; y todas estas son el resultado de tres factores; los diferentes ambientes en los cuales los árboles crecen, las diferencias genéticas entre los árboles, y las interacciones existentes entre el genotipo de los árboles y los ambientes en los cuales éstos crecen.

Adentrándonos más a la variación ecológica, es importante resaltar que los factores que la afectan corresponde básicamente a los factores externos, es decir, la variación ecológica es independiente del origen del organismo, aparte de que ésta no es heredable y durante la vida de un organismo puede cambiar considerablemente. La variación entre los árboles causada por diferencias ambientales no puede utilizarse en un programa de mejoramiento genético, sin embargo, las condiciones ambientales son la causa más importante de variabilidad en algunas características, especialmente las relacionadas con el crecimiento (Brauer, 1969; Zobel y Talbert, 1988).

La variación de los árboles está asociada con la variación de las condiciones del medio ambiente a través del rango de distribución de la especie, lo que produce plantas genéticamente variables. Si una especie cubre un rango de distribución amplio, con condiciones variables, es casi seguro que existirán diferencias entre los árboles, como una respuesta de la especie al adaptarse a un determinado hábitat; así que individuos de una misma especie vegetando en condiciones ambientales diferentes, pueden desarrollar diferentes hábitos de adaptación a los mismos. Esto es, una población de árboles de una especie que por desarrollarse en condiciones diferentes a otras presentan variaciones morfológicas, se conoce como procedencia. Aun cuando la procedencia se clasifica como perteneciente a una especie, ella presenta variaciones inherentes a su constitución genética relacionadas con su adaptación a factores climáticos diferentes, tales como humedad, temperatura y luz (Patiño y Garzón, 1976).

Algunos estudios sobre la acción de los genes y la fisiología vegetal, demuestran que en realidad tiene poco sentido considerar la herencia haciendo abstracción del medio ambiente, ya que no hay dos medios ambientes iguales y que, al menos desde el punto de vista práctico, siempre que se seleccionan las plantas o se busca una variedad de planta con mayor producción, mejor calidad, etcétera, se tiene que considerar los medios ambientes en que puede cultivarse, por lo que entonces es más práctico evaluar las plantas en distintos medios ambientes, donde se tome muy en cuenta la interacción del genotipo con el medio ecológico (Patiño y Garzón, 1976).

Los patrones de variación que existen dentro de las especies, es lo que nos interesa, ya que con ello se determina la manera en que explotaremos o conservaremos nuestros recursos. Considerando que si las diferencias entre poblaciones son pocas, la pérdida de cualquier población no nos repercute mucho o no es tan grave debido a que no perderemos una unidad única genéticamente y quedarán otras poblaciones como reserva. Pero, si las poblaciones son muy diferenciadas, cada una de ellas estaría representando un recurso único y tendremos que mantener más poblaciones con programas de conservación y mejoramiento, y eso nos resultará más caro (Furnier, 2004).

2.4 Ensayos de procedencias

El ensayo de procedencias es el lugar en donde se prueban varias fuentes de semillas de una especie promisoras, lo cual funciona como herramienta esencial para estimar el grado de variación que existe dentro de una especie (Pedersen *et al.*, 1993). La procedencia o las distintas variaciones de los árboles de una misma especie en su rango de distribución, ha sido reconocida desde hace mucho tiempo. Estas variaciones dentro de una especie son exhibidas como caracteres morfológicos o genéticos expresados en las diferencias existentes entre tamaño de árbol, diferencias en corteza, hojas, cono o bien al grado de coloración en las hojas jóvenes, corteza, yemas y ramillas (Patiño y Garzón, 1976).

Se sabe que la finalidad original de hacer las pruebas de procedencia es identificar las fuentes que presentan mayor superioridad en las semillas para satisfacer necesidades de reforestación, y con ello también se determina las condiciones ambientales a las cuales una fuente de semilla está adaptada, por tanto esto se reconoce como el primer paso esencial para que un programa forestal tenga éxito. Además, las ganancias mayores, más fáciles y más rápidas en la mayoría de los programas de mejoramiento genético forestal se obtienen asegurando el uso de la especie y fuentes de semilla adecuados dentro de la especie (Zobel y Talbert, 1988; Young, 1991).

Cuando se formula una estrategia de mejoramiento se debe de considerar la introducción y evaluación de nuevas fuentes (procedencias) de un rango amplio de distribución natural de la especie, lo cual permite aumentar las posibilidades de lograr un mayor nivel de mejoramiento. Por tal motivo, se establecen ensayos de procedencias de muchas de las especies exóticas más utilizadas como medio para aumentar la base genética de mejoramiento. Como ejemplo de esta situación se tienen los ensayos de procedencias de varias especies de pinos nativos de América central, de teca, melina de sur asiático y de varias especies de eucaliptos (Keiding, 1992).

Frecuentemente se incluyen en los ensayos de procedencias las primeras introducciones como “procedencias locales” o razas locales. En muchos ensayos, si no es que en la mayoría, las procedencias locales califican entre las mejores en crecimiento y adaptación, pero presentan desventajas entre las características cualitativas. Sin entrar en detalles en este fenómeno, las razas locales no se deben ignorar en las acciones de conservación de los recursos genéticos (Keiding, 1992).

También se dice que cuando los ensayos de procedencias se repiten en varios sitios de plantación, la información se ve aumentada al máximo, ya que se percibe en una imagen más completa el comportamiento de la especie en diferentes

gradientes altitudinales o latitudinales. Por lo tanto, se tendría mejor certeza en definir la fuente mejor adaptada. Y se contribuiría a la conservación *ex situ*, ya que la herramienta disponible hasta ahora conocido como el único método es el de ensayos de procedencias (Ledig, 2004).

2.5 Estudios de procedencias en México

Cabe señalar que dentro de la evaluación de los ensayos de procedencias, las variables más utilizadas para la valoración de procedencias más promisoras son el diámetro a la base, la altura total y la sobrevivencia de las plantas (Cuadro 1).

Algunos ensayos de procedencias tienen como objetivo generar conocimiento para determinar que familias o procedencias presentan las mejores características de la especie y derivar con ello su incremento en el uso potencial o además de la conservación; en el primero de los casos, por lo común, es de ahí donde se desprende el establecimiento de plantaciones forestales que persiguen incrementar tanto en calidad como en cantidad los diversos productos derivados del bosque, en particular leña, carbón, madera y celulosa (Niembro, 1990).

En nuestro país se han hecho algunos ensayos de procedencias con distintos géneros dentro de los cuales destacan *Eucaliptus* y *Gmelina*, que presenta un alto potencial para el establecimiento de plantaciones forestales comerciales (Seppänen *et al.*, 1999), además de especies como *Pinus chiapensis*, *P. cembroides* y *Cedrela odorata* que se encuentran en la categoría de riesgo “Protección especial”, y también, especies que se encuentran en “Peligro de extinción” tales como *Pinus nelsonii* y *P. pinceana*, así como lo señala la NOM-059-SEMARNAR-2010 dentro de sus criterios y parámetros (SEMARNAT, 2010).

Cuadro 1 Estatus de los ensayos de procedencias realizados en México.

Especie	No. Procedencia	Lugar de prueba	VARIABLES evaluadas	Resultados	Autor
<i>Eucalyptus microtheca</i> F. Muell.	10	Los Álamos, Charcas, San Luis Potosí.	Sobrevivencia, diámetro a la base, altura, diámetro normal y volumen;	Diferencias significativas en el volumen de madera por árbol.	Ramírez y Nepamuceno, 1994.
<i>Eucalyptus</i> sp. y <i>Gmelina</i> sp.	21	Sur de Sinaloa y Norte de Nayarit	Porcentaje de sobrevivencia y altura	Los dos géneros presentan diferencia en altura a nivel parcela.	Seppänen <i>et al.</i> , 1999
<i>Pinus oaxacana</i> Mirov	3	Universidad Veracruzana	Altura y diámetro de la base	Diferencias significativas entre procedencias.	Zitácuaro y Aparicio, 2004
<i>Pinus greggii</i>	16	Uruapan, Michoacán	Altura y diámetro de la base	Diferencias significativas en la altura.	Fernández y Aguirre, 2008
<i>Pinus chiapensis</i> (MTZ) Andresen	3	San Luis Tlalxialtemalco, D. F.	Longitud, diámetro, peso seco aéreo y peso seco radicular	Para las cuatro variables existen diferencias significativas.	Flores <i>et al.</i> , 2005
<i>P. cembroides</i> Zucc., <i>P. nelsonii</i> Shaw y <i>P. pinceana</i> Gordon	3	Iturbide, Nuevo León	Diámetro basal, altura total y supervivencia	Hay diferencias en supervivencia entre especies y localidades.	De los Ríos <i>et al.</i> , 2008

Cuadro 2 Estatus de los ensayos de procedencias realizados en México. Continuación...

Especie	No. Procedencia	Lugar de prueba	Variables evaluadas	Resultados	Autor
<i>Cedrela odorata</i> L.	3	Emiliano Zapata, Veracruz	Diámetro a la altura del pecho y altura	Diferencias en altura y diámetro, pero nada más entre bloques.	Ramírez <i>et al.</i> , 2009
<i>Guazuma ulmifolia</i> , <i>Gliricidia sepium</i> , <i>Diphysa</i> <i>robinoides</i> , <i>Cordia</i> <i>dodecandra</i> y <i>Caesalpinia</i> <i>cacalaco</i> .	1	Universidad Veracruzana en Las Bajadas, Veracruz	Porcentaje de prendimiento, diámetro y altura	Diferencias diámetro, altura y sobrevivencia.	Rivas <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus greggii</i> Engelm	9	Cerro el Potosí, Galeana, Nuevo León	Supervivencia, altura y características de la copa.	Presenta diferencias en la altura a la primera rama, diámetro y porcentaje de copa de las procedencias	Rodríguez- Laguna <i>et al.</i> , 2009
<i>Pinus maximinoi</i> Moore	8	Jardín botánico Francisco J. Clavijero, Coatepec, Veracruz,	Diámetro a la altura del pecho y altura total	Existe diferencias entre familias y procedencias para las variables evaluadas	Mendizábal <i>et</i> <i>al.</i> , 2011

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de las procedencias

El presente estudio es continuación de la evaluación del ensayo de procedencias establecido el año 2002 en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila, con plantas de *Pinus johannis* de cuatro años de edad. En el 2006 se generó una tesis denominada “Evaluación de crecimiento y sobrevivencia de *Pinus johannis* M-F. Robert de tres procedencias en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila” por la Ing. Trinidad Muñoz Fernández, en la cual se ocupó datos de evaluaciones de los años 2002, 2003 y 2004. Por tanto, es necesario mencionar que en el presente estudio se utiliza las bases de datos obtenidas en estas evaluaciones y además se hizo una reestructuración al incluir datos recientes que se obtuvieron en la última evaluación de la plantación llevada a cabo el día 10 de julio del 2012.

La información a considerar dentro del trabajo está determinada por el transcurso de dos períodos, el primero que va del año 2002 al 2004 y el segundo que es a partir del año 2004 hasta el año 2012.

Se establecieron plantas de tres poblaciones diferentes de *Pinus johannis* M. F. Robert ubicados en Salaverna, (camino de Concepción del Oro a Mazapil), Zacatecas: Encantada, Zaragoza, Nuevo león y Ejido la Laguna de Sánchez, Nuevo León. Se manejó 10 familias de la primera región, 13 para la segunda y 3 familias de Laguna de Sánchez (Muñoz, 2006).

El área en donde se está utilizando el material evaluado, fue seleccionado en base a la similitud de aspectos ambientales (clima, suelo, altitud, etc.) que hay entre las procedencias y el área de la plantación (Keiding, 1992), tratando de que exista una buena representatividad entre estas condiciones en donde *Pinus johannis* se desarrolla. En el Cuadro 2 se presentan las condiciones ambientales en las que se

desarrollan las poblaciones de *Pinus johannis* y de las cuales se obtuvo el material para realizar la prueba de procedencias.

Cuadro 3 Características geográficas, climáticas y orográficas de las procedencias de *Pinus johannis*.

Procedencia	Localización		Temperatura media anual	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Tipo de suelo
	Latitud	Longitud				
Laguna de Sánchez, Santiago, NL.	25° 21' N	100° 21' O	14 °C	1610-1850	660	Leptosol
La Encantada, Zaragoza, NL.	23° 54' N	99° 48' O	16-18 °C	2,700	600-800	Leptosol
Salaverna, Concepción del Oro, Zac.	24° 36' N	101° 27' O	17 °C	2,820	440	Calcisol áptico

Fuente: CETENAL (1977), García, E. - CONABIO (1988), Vidal-Zepeda, R. (1990), SEMARNAP (1998), Muñoz (2006).

3.2 Descripción del área de plantación

El área de plantación tiene una superficie de 0.5 ha, ubicada en la localidad Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila, en la coordenada 25°14'56.23" latitud Norte y 100°23'38.53" longitud Oeste, a una altitud de 2,580 msnm, con una pendiente de 25% (Figura 1) (CETENAL, 1977).

3.2.1 Antecedentes de la plantación

La plantación se llevo a cabo el día 31 de agosto del 2002, utilizando plantas de *Pinus johannis* con 4 años de edad, todas fueron colocadas de forma manual en un sistema de plantación de marco real, en cajetes que tenían 30 cm de profundidad y distanciamiento entre plantas de 2 m, además se establecieron franjas de protección alrededor del experimento (Muñoz, 2006).

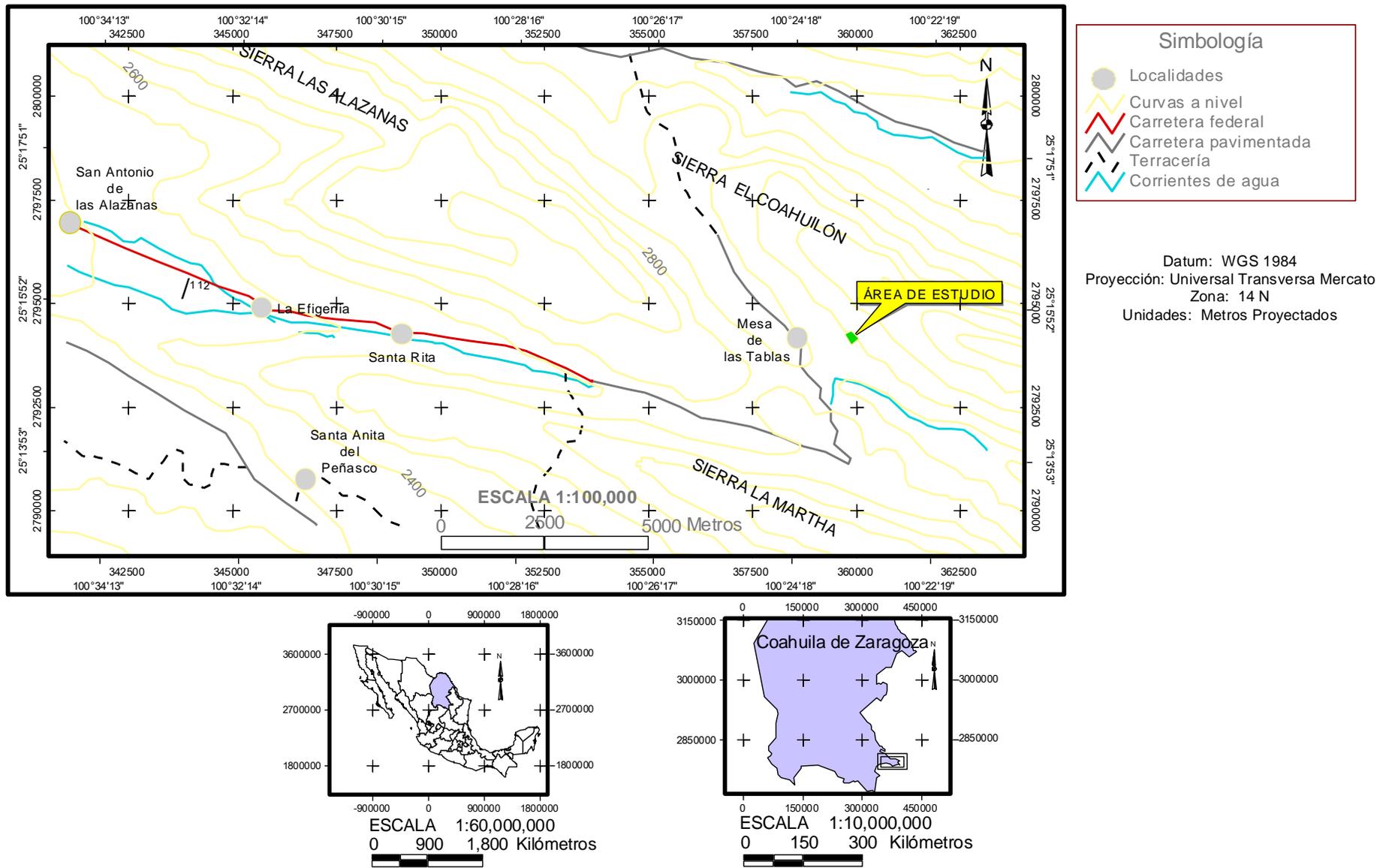


Figura 1. Mapa de ubicación de la plantación de *Pinus johannis*

3.2.2 Clima y suelo

De acuerdo con García (1988) en la estación meteorológica de San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah., la temperatura promedio anual que se presenta para esa zona es de 13.3 °C y una precipitación promedio anual de 498 mm., el tipo de clima está representado por la fórmula $Cb(x') Wo (e) g$ descrito como clima templado con verano fresco largo y aunque son pocas precipitaciones tiene un régimen repartido a través del año (García, 1988).

El tipo de suelo que predomina en esta región es el aluvión, con presencias de rocas calizas y lutitas, la forma que se describe para estas condiciones de suelo es Hc + E/2 por tanto, tenemos que Feozem calcárico (Hc) está situado como suelo predominante, el suelo Rendzina (E) como suelo secundario, y con una clase textura media (2), (DETENAL, 1977; CETENAL, 1977).

3.3 Variables evaluadas

Para la comparación del incremento y sobrevivencia entre procedencias de *Pinus johannis*, se evaluaron las variables de diámetro de la base, diámetro de copa, altura total, número de ramas y proporción de sexos, para ello se realizaron tres evaluaciones. La primera se realizó a los 35 días de la plantación (5 de octubre de 2002) contando las plantas con 4 años de edad, la segunda medición fue realizada a la edad de 6 años, el día 3 de octubre de 2004 y la última evaluación se llevo a cabo el día 10 de julio del 2012.

3.3.1 Diámetro a la base y área de copa

La medición del diámetro a la base se hizo utilizando un vernier digital calibrado en milímetros, tomando la medida de la base del tallo a nivel del suelo. Y únicamente en la última evaluación, con la ayuda del flexómetro con unidades en centímetros

se midió el diámetro de copa, y a partir de que se sabe que la forma de copa es redondeada (Perry, 1991), se utilizó la siguiente fórmula matemática para el cálculo del área de copa.

$$A=0.7856*(D^2)$$

Donde:

A= Área de copa (cm²)

D= Diámetro de copa promedio (cm)

3.3.2 Altura total y número de ramas

Para el caso de la obtención de datos de la variable altura total, con la ayuda de un flexómetro se tomó la medida en centímetros desde la base de la planta hasta la yema terminal. Para la estimación de la variable número de ramas, fue necesario la contabilización directa de ellas en cada una de las plantas evaluadas, incluyendo también como rama a la yema terminal.

3.3.3 Supervivencia y proporción de sexos

En la determinación de la supervivencia, se hizo observación del número de plantas vivas relacionadas con el número de plantas muertas dentro de la parcela de estudio, considerando plantas vivas a aquellas que presentaban \geq de $\frac{3}{4}$ partes de follaje color verde, además, en la última evaluación de la plantación, como única vez se consideró la proporción de sexos como una variable más dentro del ensayo de procedencias, con el fin de conocer el porcentaje de plantas que presentan estructuras reproductoras masculinas o estructuras reproductoras femeninas por procedencia (Figura 2).

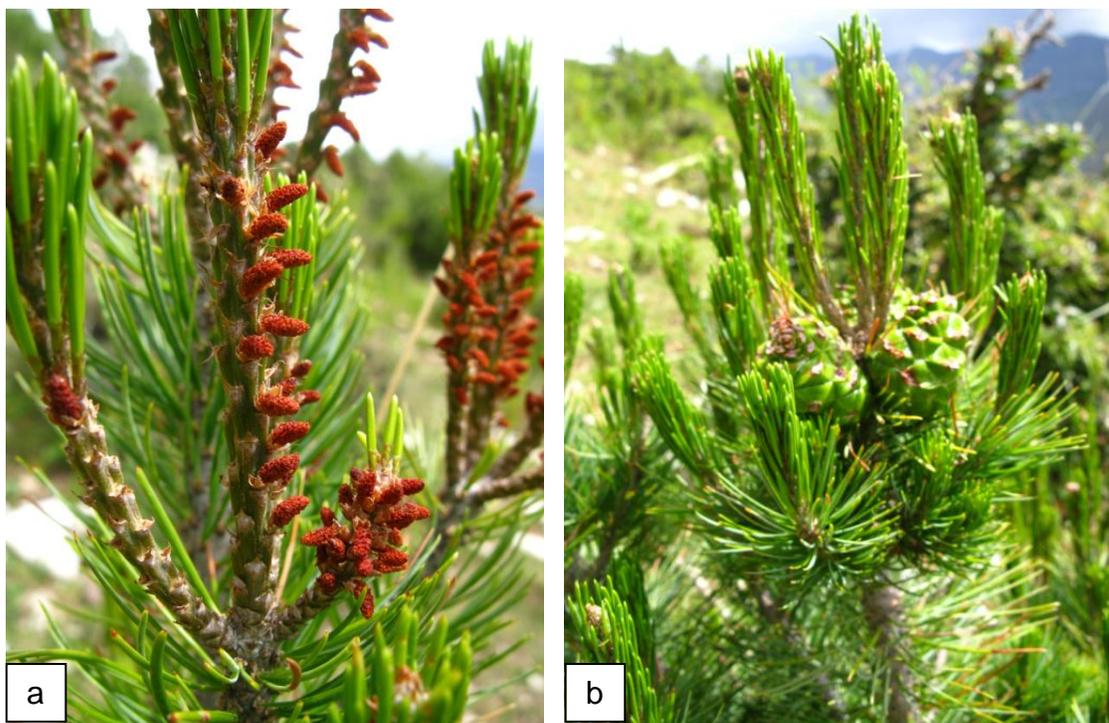


Figura 2. Muestra de estructura reproductora masculina (a) y estructura reproductora femenina (b) de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila.

3.4 Diseño experimental

El presente estudio se realizó mediante el modelo de diseño de bloques completamente al azar, considerando tres poblaciones; Salaverna, Zac., La Encantada, Zaragoza, N. L. y La Laguna, N. L., las cuales fueron ubicadas en cuatro bloques con 3 plantas por procedencia y 4 repeticiones por planta.

Por lo que se utilizó el siguiente modelo estadístico (Wayne, 2009):

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + \tau_j + e_{ij}$$

$$i = 1, 2, \dots, n;$$

$$j = 1, 2, \dots, k$$

En donde:

X_{ij} = Es el valor representativo de toda la unidad experimental.

μ = Es una constante desconocida.

β_i = Representa un efecto de bloque que refleja el hecho de que la unidad de experimentación cae en el i – ésimo bloque.

τ_j = Representa el efecto de un tratamiento, que refleja el hecho de que la unidad de experimentación recibe la j – ésima procedencia.

e_{ij} = Es un componente residual que representa todas las fuentes de variación que no sean las procedencias o los bloques.

3.5 Análisis estadístico

Los resultados de las variables a evaluadas fueron procesados en el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) mediante el procedimiento PROC GLM (Modelos Lineales Generalizados) (Vera, 1995).

En las variables diámetro a la base, altura total, número de ramas y área de copa, los datos fueron considerados y analizados como datos balanceados, es decir, el número de mediciones que se utilizó por cada procedencia es el mismo, teniéndose así que para tres procedencia se ocuparon datos de tres familias, con cuatro bloques y cuatro repeticiones o lo que es lo mismo 48 mediciones por procedencia. Caso distinto al de la variable sobrevivencia, en la cual el análisis utilizado fue el de datos desbalanceados, al considerar todas las familias de cada procedencia, además, en esta variable se tuvo que hacer el proceso de normalización de datos con el procedimiento de Lambda (Box y Cox, 1964; Melo, 2012). Para todas las variables se realizó la comparación de medias por el procedimiento de Duncan para observar si presentaban diferencias estadísticamente significativas (Vera, 1995; Melo, 2012).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diámetro a la base

En esta variable no se encontraron diferencias estadísticamente significativa alguna en el análisis de varianza ni en las pruebas de agrupamiento de medias de Duncan (Apéndice 1, 5, y 9; Figura 3), los promedios obtenidos para el año 2002 varían entre 6.16, 6.68 y 6.75 mm para las procedencias Salaverna, Laguna y la Encanta respectivamente. Para el año 2004 los promedios se encuentran 10.78, 10.38 y 10.5, finalmente para el año 2012 están ubicados en 30.22, 31.15 y 33.4 mm.

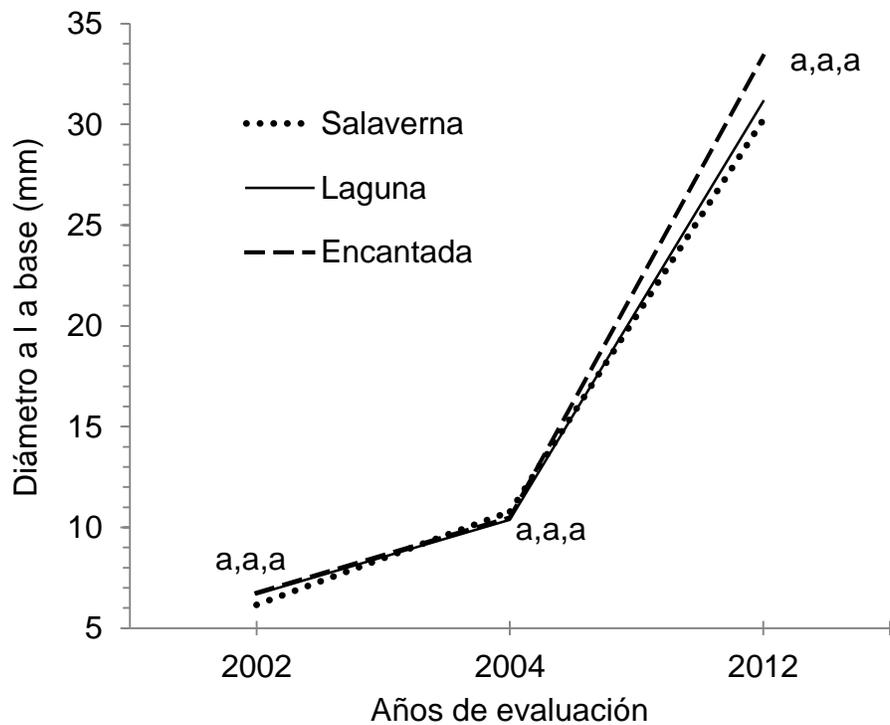


Figura 3 Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable diámetro a la base (mm) del ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en el año de establecimiento (2002), a dos y a diez años después de la plantación.

Con la especie de *Eucalyptus microtheca* fue llevado a cabo un ensayo de diez procedencias, en el cuál se hicieron evaluaciones a siete y a diez años del establecimiento de la plantación, sin embargo en ninguna de estas evaluaciones se percibieron diferencias estadísticamente significativas ($P < 0.01$).

Probablemente, la razón por la que se obtuvieron estos resultados se deba a que esta especie presenta una adecuada adaptación a condiciones ecológicas áridas de acuerdo al desarrollo que esta especie tiene en su distribución natural (Ramírez y Nepamuceno, 1994).

En otro ensayo de procedencias con la especie de *Pinus oocarpa* Schiede en Veracruz, también se obtuvieron resultados semejantes, es decir, se determinó que no existieron diferencias significativas entre procedencias para la variable de diámetro (Mendizábal *et al.*, 1999). Otro de los casos en donde no se encontró diferencia significativa es el ensayo de procedencias realizado en el Ejido 18 de Marzo, Galeana, Nuevo con *Pinus greggii* Engelm, (Godínez, 2005).

Balocchi y Delmastro (1993) mencionan que una de las causas que origina la variación es la diferencia del medio ambiente, al igual Furnier (2004) dice que cuando vemos a dos individuos de la misma especie que se encuentran en dos sitios distintos, es difícil decir que tan diferentes son genéticamente porque se confunde con diferencias ambientales dentro de los sitios.

En el presente estudio se torna de relevancia las variaciones mínimas que existe dentro de los factores ambientales de los lugares aquí considerados, al analizar el cuadro de condiciones ambientales observamos que las precipitaciones varían de 440 y 800 mm, para el caso de temperatura promedio se tiene un intervalo de 13.3 °C hasta 18°C, y también los tipos de suelo son muy parecidos. Por éstas pequeñas fluctuaciones de los factores, podríamos comprender que la variación ambiental no se ve tan influyente en la diferencias de tasas de crecimiento y adaptación.

4.2 Altura total

A través del análisis de varianza se determina que en el primer año de la evaluación (2002) existen diferencias significativas, sin embargo, ésta no se mantiene a lo largo de la edad de la plantación, por tanto, se puede afirmar que no existe diferencia significativa entre las tres procedencias para esta variable (Apéndice 2, 4, 6 y 10; Figura 4).

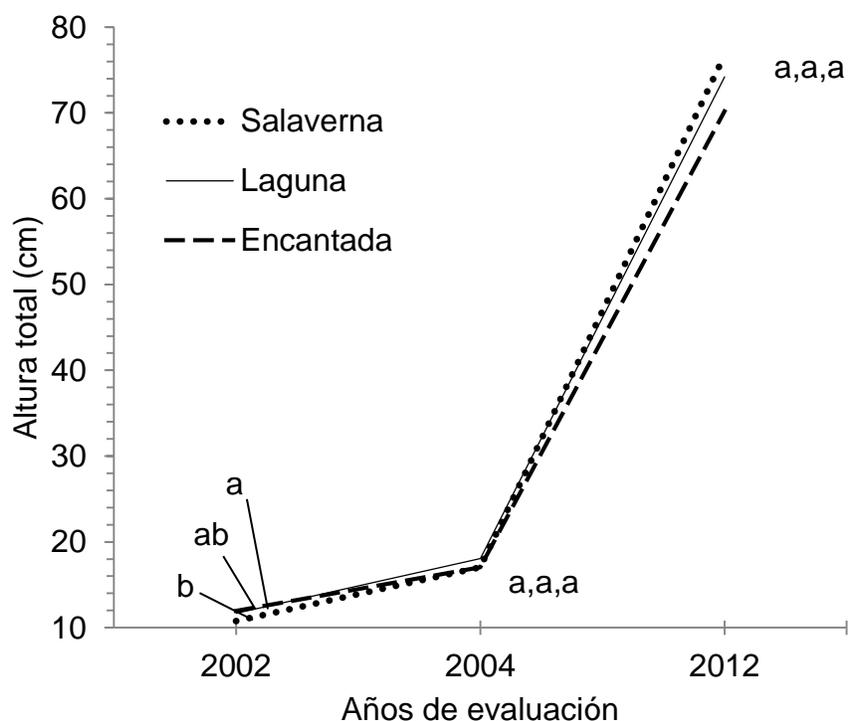


Figura 4. Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable altura total (cm) del ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en el año de establecimiento (2002), a dos y a diez años después de la plantación.

Éstos resultados también son semejantes a los que se obtuvieron en el ensayo de procedencias de pinos piñoneros (*Pinus nelsonii*, *P. pinceana* y *P. cembroides*) en donde tampoco existió diferencias entre especies ni entre localidades, pero si entre las edades de las plántulas en la última fecha de medición al resto de las

demás fechas de evaluación, esto se argumenta en que para desarrollar en altura, las plántulas necesitan mayor tiempo para adaptarse a las condiciones del sitio e iniciar su crecimiento vertical (De los Ríos *et al.*, 2008).

Además, parte de la explicación del porque se presentan estos resultados, es la semejanza de condiciones ambientales de las poblaciones que fungen como procedencias y el lugar en donde se llevo a cabo el experimento, situación parecida al ensayo de procedencias de *Cedrella odorata* L. en donde también la homogeneidad de las condiciones ambientales dio lugar a que no se hicieran presentes las diferencias entre procedencias para esta variable (Ramírez *et al.*, 2009).

Pero cabe aclarar que en la mayoría de los estudios de procedencia se han encontrado resultados que presentan diferencias estadísticamente significativas para esta variable, como ejemplo se puede presentar el caso de las especies de *Pinus oaxacana* Mirov , *Pinus greggii* , *Guazuma ulmifolia*, *Gliricidia sepium*, *Diphysa robinoides*, *Cordia dodecandra* y *Caesalpinia cacalaco* (Zitácuaro y Aparicio, 2004; Fernández y Aguirre, 2008; y Rivas *et al.*, 2009)

4.3 Número de ramas

En esta variable, la procedencia de Salaverna en el año 2002 y 2004 presenta valores inferiores y diferentes a las procedencias de Laguna de Sánchez y la Encantada. Pero en la última evaluación (2012), el análisis de varianza y el procedimiento de agrupación de medias Duncan no perciben diferencias significativas entre procedencias (Apéndice 3, 7, 8 y 11; Figura 5.).

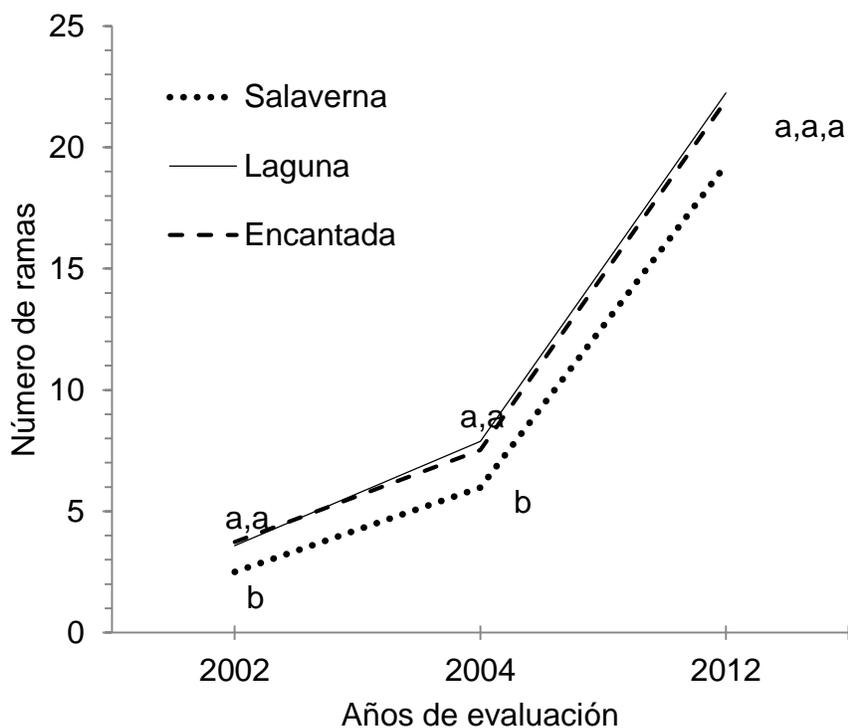


Figura 5 Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable número de ramas del ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en el año de establecimiento (2002), a dos y a diez años después de la plantación.

En algunos ensayos de procedencias se han evaluado el número de verticilos y no el de número de ramas, esto es debido a que es más práctico evaluar el número de verticilos en especies que presentan un arreglo de ramas en forma de verticilos, por lo cual es necesario obtener el número de ramas por planta, multiplicando el número de verticilos por número de ramas en los verticilos y de esta forma se puede hacer comparaciones más parejas con los resultados del presente estudio.

En la evaluación de un ensayo con *Pinus cembroides* Zucc. en el C.A.E.S.A., (Centro Agrónomo Experimental de la Sierra de Arteaga), con procedencias de Saltillo, Coahuila y, Mazapil y Concepción del Oro del estado de Zacatecas. En el ciclo de crecimiento 1992-2002 (a diez años de su establecimiento, pero a catorce

años de edad de la plantación), se declara que no existen diferencias significativas en la variable número de ramas en los últimos cuatro verticilos con promedio de 3.1, tampoco hubo diferencias en el número de verticilos con promedio de 8.2 (Lucio, 2012), por lo tanto, el número total de ramas promedio fue de 25.4, entonces, la especie piñonera *Pinus cembroides* con aproximadamente 14 años de edad, presenta una cantidad de número de ramas ligeramente mayor a la de *Pinus johannis* de la misma edad, lo cual quiere decir que probablemente las dos especies presentan un similar proceso de aclimatación.

Por otra parte, en un ensayo de progenie de *Pinus greggi* Engelm. en el C.A.E.S.A., Coahuila, con veintidós familias que proceden de los Lirios, Arteaga y el testigo con origen de la Colorada, Arteaga, Coahuila. Se afirma que existen diferencias altamente significativas entre familias en la variable número de ramas por verticilo, y también con diferencias significativas entre familias para la variable número de verticilos contados a partir de DAP (Diámetro a la Altura del Pecho) a once años de edad (Vela, 2002) con la multiplicación de los promedios de estas dos variables se obtiene que el número total de ramas a partir del DAP es de 43.5 en promedio. Por tanto, se puede decir que ésta especie presenta, por mucho un crecimiento y desarrollo fisiológico más acelerado que las dos especies piñoneras *Pinus cembroides* y *P. johannis*.

4.4 Área de copa

El análisis de varianza y la prueba de Duncan no mostraron diferencias estadísticas significativas en el área de copa que presentan las plantas de *Pinus johannis* en el año 2012 (Apéndice 12; Figura 6). Se encontró un promedio de 2,096.2 cm² de área de copa para la procedencia de Salaverna, de 2317.5 cm² para Laguna de Sánchez y 2376.7 cm² para la procedencia la Encantada.

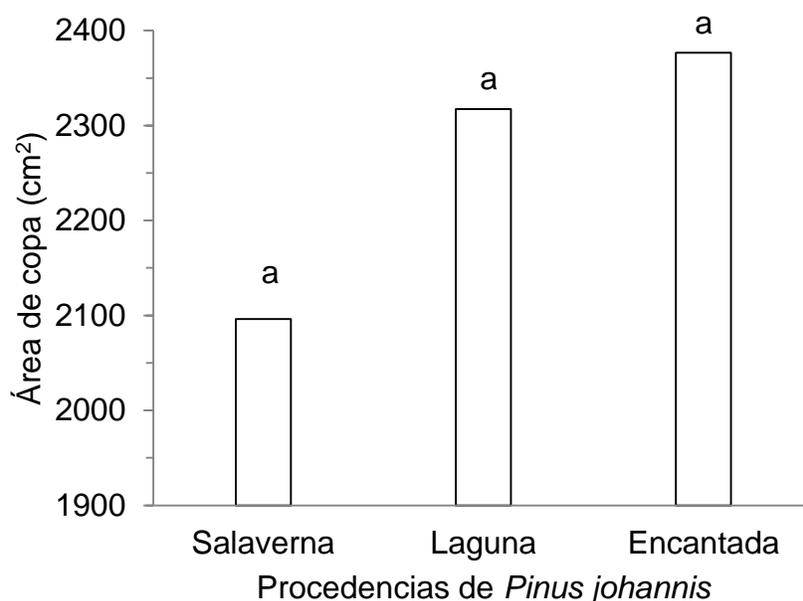


Figura 6. Gráfica de comparación de medias Duncan ($\alpha= 0.05$) para la variable área de copa (cm²) del ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., en la última evaluación (2012) de la plantación.

En pocos ensayos de procedencias se evalúa el diámetro de copa, esta variable tiene una relación directamente proporcional con el área de copa, es por ello que en el presente estudio se hacen comparaciones de resultados de ensayos de procedencias que utilizaron la variable diámetro de copa.

Existen antecedentes de algunos ensayos de procedencias que al igual que el del presente estudio, no demuestran ser diferentes en los valores promedios de la variable área de copa y por consiguiente en el diámetro de copa, como por ejemplo tenemos el ensayo de tres procedencias de *Pinus cembroides* Zucc. en el C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila, en el que no se encontraron diferencias significativas entre procedencias para la variable área de copa en los ciclos 1992-2002 (cuando las plantas tenían aproximadamente catorce años de edad) y 1992-2010 (Lucio, 2011). Los resultados muestran que la procedencia de Concepción del Oro, Zacatecas tiene un promedio de 0.51 m², Mazapil, Zacatecas con 0.42 m² y Saltillo, Coahuila con 0.38 m² de promedio de área de copa, lo cual representa

un promedio general de 0.43 m² o lo que es lo mismo 4,300 cm² a los catorce años de edad de la especie *Pinus cembroides* (Lucio, 2011).

El estudio de Lucio (2011) permite comparar resultados de área de copa con las del presente estudio, ya que estas especies piñoneras presentan casi la misma edad y sobre todo, las condiciones ambientales básicamente es la misma debido a que el área experimental de los dos estudios es el mismo, por lo cual se puede decir que *Pinus cembroides* presenta dos veces la cantidad de área de copa de *Pinus johannis*.

La importancia de evaluar esta característica está más enfocada para los establecimientos de áreas de producción de semillas, considerando que el área de copa es una constante para determinar que tan buena es la especie o procedencia para producir buena cantidad de semilla, en la simple comparación en saber si la copa es lo suficientemente grande, entonces producirán cosechas más grandes de acuerdo a la magnitud de la proporcionalidad (Jaquish, 2004)

4.5 Diferencias de crecimiento

Se llevó a cabo el análisis de varianza para las diferencias de crecimiento que existe en las variables diámetro a la base, altura total y número de brotes, sin embargo no existen diferencias significativas en estas tres variables para los periodos 2002-2004 y 2012 (Apéndices 13, 14, 15, 16, 17 y 18).

Se puede decir que las variaciones dentro de esta características de crecimiento, son las que se ven mayormente influenciadas por las fuerzas ambientales (Zobel y Talbert, 1988), en este ensayo de procedencias no existe variaciones muy definidas entre los factores ambientales de los lugares geográficos que aquí intervienen y por consecuencia es muy probable que tampoco existan variaciones

entre los valores de crecimiento de las distintas procedencias de la especie de *Pinus johannis*.

En lo que se refiere a la determinación de la mejor procedencia, Balocchi y Delmastro (1993), mencionan que la edad mínima para tomar una decisión acerca de cuál de las procedencias es mejor es de la mitad de la edad de rotación.

4.6 Supervivencia

En la supervivencia evaluada el día 10 de julio del 2012 no se detectó diferencia significativa alguna en el análisis de varianza (Apéndice 19). La supervivencia promedio general es de 59.3%, la procedencia de la Laguna fue la que presenta mayor porcentaje de supervivencia con 66.7%, seguido de Salaverna con un valor de 56.9% y la Encantada con 54.3%, éstos niveles de supervivencia son un poco bajos comparados con un estudio realizado de la especie piñonera *Pinus pinceana* Gordon, en donde tampoco hubo diferencias significativas para la variable en cuestión, el promedio general de supervivencia fue de 75.12% en condiciones de San Juan de la Vaquería, Saltillo, Coahuila (Cárdenaz, 2010).

Resultados diferentes son los que muestran el ensayo de procedencias de *Pinus pinceana*, *P. nelsonii* y *P. cembroides* llevado a cabo en el Nordeste de México, en el cual las diferencias significativas se hicieron presentes entre las procedencias, entre especies y entre las fechas de medición, teniendo que *P. pinceana* fue la de mayor supervivencia con 62%, junto con *P. cembroides* con 60% y *P. nelsonii* es estadísticamente diferente a las otras dos con 44% de supervivencia (De los Ríos, 2008).

Esta variable demuestra presentar una mínima variación en la supervivencia respecto a las especies piñoneras, y los porcentajes de supervivencia son poco alentadores, a comparación de los resultados obtenidos en *Pinus greggii* Engelm.

en dos localidades de la Mixteca Alta de Oaxaca, en donde la sobrevivencia promedio general fue de 96.17%, y que además no hubo diferencias significativas (Velasco, 2001).

Pero como se puede observar, los porcentajes de sobrevivencia obtenidos en los estudios del norte de México son más bajos comparados al de la especie de *Pinus greggi* en Oaxaca, lo cual se podría atribuir a que las condiciones ambientales del norte de México son menos favorables para las plantas, ya que en un prueba de progenies llevado a cabo en el C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila, tampoco se presentaron diferencias significativas entre familias en la especie de *Pinus greggii*, pero la sobrevivencia promedio en general que esta especie presenta es de 75.36% (Vela, 2002).

Balocchi y Delmastro (1993) en el ejemplo del muestro de poblaciones aisladas, menciona que si las plantas presentan diferencias, se tendría que determinar las causas de la variación plantando material de las procedencias en el mismo sitio, si las diferencias se mantienen significa que se debe a causas genéticas y por otra parte, si las diferencias desaparecen son causadas por el medio ambiente.

4.7 Proporción de sexos.

Con esta variable se puede discernir que las tres poblaciones incluidas en el estudio presentan casi la misma proporción de plantas para ambos sexos, observándose que los porcentajes de plantas que cuentan con estructuras reproductoras masculinas son por poco mayor a los que tienen estructuras reproductoras femeninas a los catorce años de edad de *Pinus johannis*, además en dos procedencias también se encontraron individuos con tipo de sexo monoico (Figura 7,8 y 9).

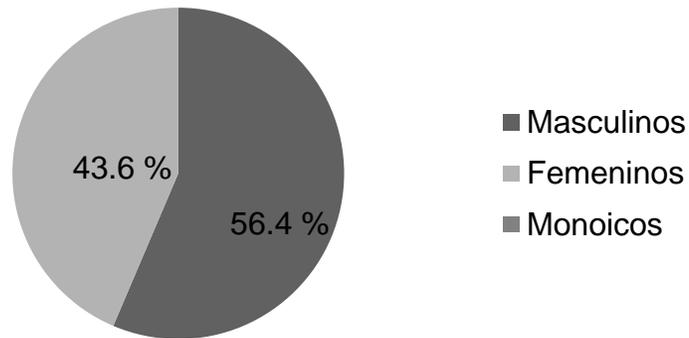


Figura 7. Proporción de sexos de *Pinus johannis* con 14 años de edad de la procedencia La Encantada.

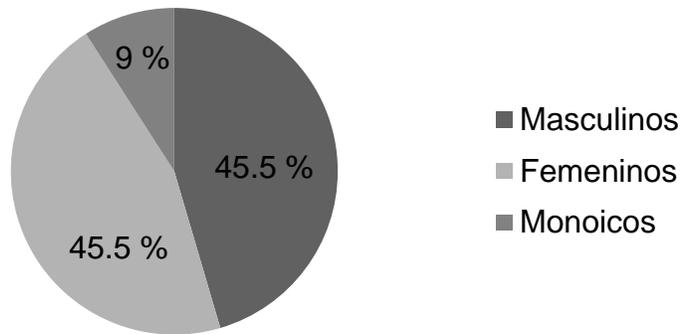


Figura 8. Proporción de sexos de *Pinus johannis* con 14 años de edad de la procedencia Salaverna.

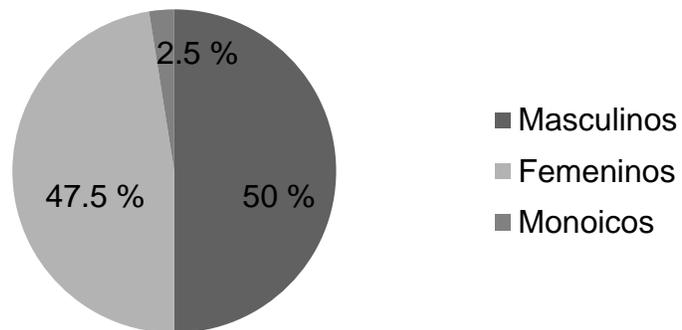


Figura 9. Proporción de sexos de *Pinus johannis* con 14 años de edad de la procedencia Laguna de Sánchez

Esto rectifica que la condición de la especie de *Pinus johannis* podrían ser plantas con únicamente estructuras reproductivas femeninas o masculinas, o bien monoicas (Perry, 1991).

5 CONCLUSIONES

En las variables evaluadas de altura total y número de ramas, las diferencias entre procedencias se dio únicamente en las primeras dos evaluaciones y a diez años del establecimiento de la plantación el ensayo de procedencias demuestra que no existe diferencia estadísticamente significativa en las variables evaluadas.

La poca variación ambiental del origen de las procedencias con el lugar de establecimiento así como la estructura genética de éstas podría explicar las diferencias no significativas.

En las tres procedencias se presentan individuos con solo estructuras reproductoras masculinas arriba del 45%, ligeramente mayor a los que presentan solo estructuras reproductoras femeninas, y con la presencia de pocos individuos con ambos sexos menor del 10%.

6 RECOMENDACIONES

Se requiere el testigo, además de un mayor número de familias y otras nuevas procedencias de las cuales se podrían apreciar diferencias significativas entre las características morfológicas de *Pinus johannis*.

Seguir evaluando la plantación para conocer diferencias si son posibles, debido a que a los catorce años de edad de *Pinus johannis* aun no se puede decidir que procedencia presenta mejores características de adaptación.

7 LITERATURA CITADA

- Balocchi, C., y R. Delmastro. 1993. Principios de genética forestal. Universidad austral de Chile, Facultad de ciencias forestales.
- Barrera A., J. D. 2007. Aspectos ecológicos de poblaciones de *Pinus johannis* M. – F. Robert en la sierra plegada de Coahuila y Nuevo León. Tesis Profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 45 p.
- Brauer, O. 1987. Fitogenética aplicada. 1a (Ed). Editorial Limusa S. A. de C. V. Balderas 95, Primer piso, 06040, México D. F. pp: 65-81.
- Box, G. E. P. y D. R. Cox. 1964. An Analysis of transformation Journal of the Royal Statistical Society. Series B (methodological) 26(2): 211-252.
- Cárdenaz L., V. B. 2010. Ensayo de adaptación de cuatro procedencias de *Pinus pinceana* Gordon en el municipio de Saltillo, Coahuila. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 39 p.
- CETENAL. 1977. Carta de uso de suelo. G14C45. San Rafael, Nuevo León y Coahuila. Escala 1: 50,000.
- De los Ríos C, E., R. De Hoogh, y J.J. Nívar C. 2008. Ensayos de especies con pinos piñoneros en el nordeste de México. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 14(2): 97-104.
- DETENAL. 1977. Carta geológica. G14C45. San Rafael, Nuevo León y Coahuila. Escala 1: 50,000.
- Fernández C., J., y A. Aguirre M. 2008. Ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. (Pinaceae) en el pueblito, municipio de Zacapu y Santa Rosa, Municipio de Uruapan, Michoacan. Tesis Profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Uruapan, Michoacán. 28 p.
- Flores R., S., F. Nepamuceno M., P. De la Garza L., y E. Velasco B. 2005. Evaluación de la tolerancia a la sequía en tres procedencias de *Pinus chiapensis* (MTZ) Andresen. *In: Memoria de la Ciencia y la tecnología al*

- servicio de los ecosistemas forestales. VII Congreso Mexicano de Recursos Forestales. Chihuahua, Chihuahua, México. pp: 330-331.
- Furnier, G. R. 2004. Métodos para medir variación genética en las plantas. In Manejo de Recursos Genéticos Forestales, segunda edición. Vargas H., J. Jesús, B. Bermejo V.† y F. Thomas Ledig (eds.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, México y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp. 22-29.
- García, E. – CONABIO. 1998. Isotermas Medias Anuales. Escala 1:1000000, México. [En línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen (para adaptarlo a las condiciones de la República Mexicana). 4ª Ed. Secretaría de la Presidencia. Comisión de Estudios del Territorio Nacional. México. 217 p.
- Godínez, R., J. 2005. Procedencias y progenies de *Pinus greggii* Engelm., en el Ejido 18 de Marzo, Galeana. N. L. Tesis Profesional. U. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah. 23 p.
- Jaquish, B. C. 2004. Abasto y manejo de semillas a partir de la recolección en rodales naturales, áreas de producción y huertos semilleros. In: Manejo de recursos genéticos forestales. Vargas H., J. J., B. Basilio V. y F. Thomas L. (eds.) Universidad Autónoma Chapingo. Abril, 1995. 2da ed. Colegio de Postgraduados, Montecillo, México y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp: 78-89.
- Keiding, H. 1992. Field testing practices of a tree improvement programme. In: Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Jara N., L. F. CATIE. Humlebaek, Dinamarca. pp: 95-115.
- Lara R., E. A. 1997. Caracterización y evaluación del bosque natural del pino azul (*Pinus maximartinezii* Rzed) en el Cerro de Piñones de Juchipila, Zacatecas. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma de Nuevo León. Marín, Nuevo León. 52 p.

- Ledig, F. T. 2004. Métodos para medir variación genética en las plantas. In Manejo de Recursos Genéticos Forestales, segunda edición. Vargas H., J. Jesús, B. Bermejo V.† y F. Thomas Ledig (eds.). Colegio de Postgraduados, Montecillo, México y Comisión Nacional Forestal, Zapopan, Jalisco. pp. 07-20.
- Lucio D., C. 2011. Supervivencia, crecimiento y arquitectura de copa en tres procedencias de *Pinus cembroides* Zucc. en el CAESA, Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. U.A.A.AN. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 60 p.
- Melo M., S. E. 2012. Análisis de datos longitudinales y multivariantes mediante distancias con modelos lineales generalizados. Universidad de Barcelona, Facultad de Biología. 167 p.
- Mendizábal H., L. C., J. Alba L., E. O. Ramírez G., J. Márquez R., y H. Cruz J. 2011. Potencialidad de un ensayo de procedencias/progenie de *Pinus maximinoi* Moore para su uso. *Foresta Veracruzana* 13:37-42.
- Muñoz F., T. 2006. Crecimiento de *Pinus johannis* M.-F. Robert en un ensayo de procedencia en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 33 p.
- Niembro R., A. 1990. Algunas especies nativas y exóticas apropiadas para plantaciones forestales. *In: Memoria de Mejoramiento genético y plantaciones forestales*. Centro de Genética Forestal, A. C. Eguiluz P., T. y A. Plancarte B. (eds). Chapingo, México. pp: 28-33.
- Nienstaedt, H. 1990. Importancia de la variación natural. *In: Memoria de Mejoramiento genético y plantaciones forestales*. Centro de Genética Forestal, A. C. Eguiluz P., T. y A. Plancarte B. (eds). Chapingo, México. pp: 16-23.
- Patiño V., F. y J. C. Garzón R. G. 1976. Manual para el establecimiento de ensayos de procedencias. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales (INIF). Col. Anáhuac, México 17, D. F. 61 P.
- Pedersen, A. P., K. Olesen, y L. Graudal. 1993. Tree improvement at species and provenance level. *In: Mejoramiento forestal y conservación de recursos*

- genéticos forestales. Jara N., L. F. CATIE. Humlebaek, Dinamarca. pp: 57-73.
- Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon, USA. 231 p.
- Piñón B., J. B. A. 2007. Posibilidad de aprovechamiento de *Pinus pinea* en Tlalpujahua, Mich. Méx. Tesis Profesional. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 96 p.
- Ramírez G., J. A., y F. Nepamuceno M. 1994. Ensayo de procedencias de *Eucalyptus microtheca* F. Muell. en el Altiplano Potosino: diez años de crecimiento. Revista ciencia forestal en México. 19: 89-103.
- Ramírez M., J., L. C. Mendizábal H., G. Cruz V., y E. Ramírez G. 2009. Evaluación de una prueba de procedencias/progenie de *Cedrela odorata* L. establecida en Emiliano Zapata, Veracruz, México. Foresta Veracruzana. 11:7-12.
- Rivas R., G., J. Dorantes L., y E. Aquino R. 2009. Ensayo de especies forestales en la zona cálida del centro del estado de Veracruz, México. Foresta Veracruzana. 11:19-24.
- Rodríguez L., R., J. Meza R., J. Vargas H., y J. Jiménez P. 2009. Variación en la cobertura de suelo de un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. Madera y Bosques. 15:47-59.
- SEMARNAP. 1998. Mapa de suelos dominantes de la República Mexicana. Escala 1:4000000. México. [En línea]. Disponible en: <http://www.conabio.gob.mx/informacion/gis/>
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, 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. D. O. F. 6 de septiembre de 2010. México. 19 p.
- Seppänen, P., E. I. Sánchez, y J. A. Wright. 1999. Ensayos de especies y procedencias en el oeste de México: resultados del primer año. Revista

- Foresta Veracruzana. [en línea]. [24 de mayo de 2013]. Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=49710201>
- Vela M., R. 2002. Sobrevivencia, crecimiento y arquitectura de copa en una prueba de progenie de *Pinus greggii* Engelm. en el C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 55 p.
- Velasco G., M. V. 2001. Ensayo de 13 Procedencias de *Pinus greggii* Engelm., en dos localidades de la Mixteca Alta, Oax. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 75 p.
- Vera, S. 1995. Analyzing ANOVA Designs. Biometrics Information Handbook No. 5. Ministry of Forests Research Program. Province of British Columbia. 61 p.
- Vidal-Zepeda, R. 1990. Precipitación media anual en Precipitación, Escala 1:4000000. Instituto de Geografía, UNAM. México.
- Villareal Q., J. A., O. Mares A., E. Cornejo O., y M. A. Capó A. 2009. Estudio florístico de los piñonares de *Pinus pinceana* Gordon. Acta Botánica Mexicana (Redalyc). 89: 87-124.
- Wayne W. D. 2009. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud 4ª Edición. Limusa. México. 755 p.
- Young, R. A. 1991. Introducción a las ciencias forestales. LIMUSA. 632 p.
- Zitácuaro C., F. H., y A. Aparicio R. 2004. Variación de altura y diámetros de plántulas de *Pinus oaxacana* Mirov de tres poblaciones de México. Revista Foresta Veracruzana. 6: 21-26.
- Zobel, B., y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. 545 p.

APÉNDICES

Apéndice 1. Análisis de varianza para la variable diámetro a la base (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila, al establecimiento de la plantación (agosto 2002).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	36.3652521	3.3059320	2.04	0.0293
BL	3	10.88552986	3.62850995	2.24	0.0867
PRO	2	10.01195417	5.00597708	3.09	0.0488
BL*PRO	6	15.46776806	2.57796134	1.59	0.1546
ERROR	132	213.8908417	1.6203852		
TOTAL	143	250.2560938			

Apéndice 2. Análisis de varianza para la variable altura total (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila, al establecimiento de la plantación (agosto 2002).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	36.3652521	3.3059320	2.04	0.0293
BL	3	10.88552986	3.62850995	2.24	0.0867
PRO	2	10.01195417	5.00597708	3.09	0.0488
BL*PRO	6	15.46776806	2.57796134	1.59	0.1546
ERROR	132	213.8908417	1.6203852		
TOTAL	143	250.2560938			

Apéndice 3. Análisis de varianza para la variable número de ramas en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coahuila, al establecimiento de la plantación (agosto 2002).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	82.1875000	7.4715909	2.51	0.0066
BL	3	22.24305556	7.41435185	2.50	0.0627
PRO	2	43.29166667	21.64583333	7.28	0.0010
BL*PRO	6	16.65277778	2.77546296	0.93	0.4729
ERROR	132	392.2500000	2.9715909		
TOTAL	143	474.4375000			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.

Apéndice 4. Comparación de medias Duncan ($\alpha=0.05$) para la variable altura total (cm) y número de ramas, en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento de la plantación (agosto 2002).

Variable	Media	Agrupación Duncan ($\alpha=0.05$)	Procedencia
Altura total (cm)	11.97	b	Encantada
	11.69	a b	Laguna
	10.76	a	Salaverna
Número de ramas	3.72	a	Encantada
	3.58	a	Laguna
	2.50	b	Salaverna

Apéndice 5. Análisis de varianza para la variable diámetro a la base (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (octubre 2004).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	79.5262806	7.2296619	1.43	0.1670
BL	3	5.76384722	1.92128241	0.38	0.7677
PRO	2	4.11590139	2.05795069	0.41	0.6666
BL*PRO	6	69.64653194	11.60775532	2.29	0.0386
ERROR	132	667.7780500	5.0589246		
TOTAL	143	747.3043306			

Apéndice 6. Análisis de varianza para la variable altura total (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (octubre 2004).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	470.035835	42.730530	3.33	0.0004
BL	3	218.3622188	72.7874063	5.68	0.0011
PRO	2	32.1892625	16.0946312	1.26	0.2883
BL*PRO	6	219.4843542	36.5807257	2.85	0.0120
ERROR	132	1691.940258	12.817729		
TOTAL	143	2161.976094			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.

Apéndice 7. Análisis de varianza para la variable número de ramas en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (octubre 2004).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	139.9166667	12.7196970	2.15	0.0207
BL	3	10.36111111	3.45370370	0.58	0.6261
PRO	2	97.54166667	48.77083333	8.26	0.0004
BL*PRO	6	32.01388889	5.33564815	0.90	0.4948
ERROR	132	779.8333333	5.9078283		
TOTAL	143	919.7500000			

Apéndice 8. Comparación de medias Duncan ($\alpha=0.05$) para la número de rebrote, en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (octubre 2004).

Variable	Media	Agrupación Duncan ($\alpha=0.05$)	Procedencia
Número de ramas	7.87	a	Laguna
	7.52	a	Encantada
	5.97	b	Salaverna

Apéndice 9. Análisis de varianza para la variable diámetro a la base (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al segundo año de la plantación (julio 2012).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	1185.762500	107.796591	2.27	0.0144
BL	3	371.1947222	123.7315741	2.60	0.0546
PRO	2	257.0662500	128.5331250	2.71	0.0705
BL*PRO	6	557.5015278	92.9169213	1.96	0.0765
ERROR	132	6270.355000	47.502689		
TOTAL	143	7456.117500			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.

Apéndice 10. Análisis de varianza para la variable altura total (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al segundo año de la plantación (julio 2012).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	12276.98688	1116.08972	2.47	0.0077
BL	3	2362.832431	787.610810	1.74	0.1619
PRO	2	1067.992917	533.996458	1.18	0.3106
BL*PRO	6	8846.161528	1474.360255	3.26	0.0051
ERROR	132	59754.76750	452.68763		
TOTAL	143	72031.75437			

Apéndice 11. Análisis de varianza para la variable número de ramas en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al segundo año de la plantación (julio 2012).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	1346.997431	122.454312	3.63	0.0002
BL	3	214.7602083	71.5867361	2.12	0.1008
PRO	2	255.5634722	127.7817361	3.78	0.0253
BL*PRO	6	876.6737500	146.1122917	4.33	0.0005
ERROR	132	4458.480833	33.776370		
TOTAL	143	5805.478264			

Apéndice 12. Análisis de varianza para la variable área de copa (cm²) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al segundo año de la plantación (julio 2012).

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	62700617.4	5700056.1	2.95	0.0016
BL	3	45526203.85	15175401.28	7.84	<.0001
PRO	2	2099050.95	1049525.48	0.54	0.5826
BL*PRO	6	15075362.55	2512560.43	1.30	0.2622
ERROR	132	255405779.6	1934892.3		
TOTAL	143	318106397.0			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.

Apéndice 13. Análisis de varianza para el incremento obtenido del año 2002 al 2004 en la variable diámetro a la base (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	97.0593243	8.8235749	1.49	0.1423
BL	3	8.45588542	2.81862847	0.48	0.6995
PRO	2	23.03660139	11.51830069	1.95	0.1470
BL*PRO	6	65.56683750	10.92780625	1.85	0.0950
ERROR	132	781.5886917	5.9211265		
TOTAL	143	878.6480160			

Apéndice 14. Análisis de varianza para el incremento obtenido del año 2002 al 2004 en la variable altura total (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	516.063858	46.914896	2.78	0.0028
BL	3	304.0309743	101.3436581	6.01	0.0007
PRO	2	48.5293347	24.2646674	1.44	0.2410
BL*PRO	6	163.5035486	27.2505914	1.62	0.1476
ERROR	132	2226.524258	16.867608		
TOTAL	143	2742.588116			

Apéndice 15. Análisis de varianza para el incremento obtenido del año 2002 al 2004 en la variable número de ramas en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	97.2430556	8.8402778	1.80	0.0601
BL	3	39.02083333	13.00694444	2.65	0.0517
PRO	2	16.68055556	8.34027778	1.70	0.1871
BL*PRO	6	41.54166667	6.92361111	1.41	0.2157
ERROR	132	648.5833333	4.9135101		
TOTAL	143	745.8263889			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.

Apéndice 16. Análisis de varianza para el incremento obtenido del año 2004 al 2012 en la variable diámetro a la base (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	1327.455947	120.677813	2.38	0.0101
BL	3	404.0860139	134.6953380	2.66	0.0510
PRO	2	294.2049014	147.1024507	2.90	0.0584
BL*PRO	6	629.1650319	104.8608387	2.07	0.0610
ERROR	132	6688.284383	50.668821		
TOTAL	143	8015.740331			

Apéndice 17. Análisis de varianza para el incremento obtenido del año 2004 al 2012 en la variable altura total (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	11728.22175	1066.20198	2.39	0.0100
BL	3	3751.869802	1250.623267	2.80	0.0427
PRO	2	1021.494804	510.747402	1.14	0.3221
BL*PRO	6	6954.857146	1159.142858	2.59	0.0208
ERROR	132	59002.21409	446.98647		
TOTAL	143	70730.43584			

Apéndice 18. Análisis de varianza para el incremento obtenido del año 2004 al 2012 en la variable número de ramas en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	1322.230764	120.202797	3.43	0.0003
BL	3	255.199097	85.066366	2.43	0.0682
PRO	2	41.330139	20.665069	0.59	0.5557
BL*PRO	6	1025.701528	170.950255	4.88	0.0002
ERROR	132	4622.347500	35.017784		
TOTAL	143	5944.578264			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.

Apéndice 19. Análisis de varianza para el año 2012 en la sobrevivencia en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah.

F.V	GL	SC	CM	F	Pr>F
Modelo	11	1.53148327	0.13922575	1.79	0.0663
BL	3	0.93347903	0.31115968	4.01	0.0099
PRO	2	0.12070833	0.06035416	0.78	0.4626
BL*PRO	6	0.39774680	0.06629113	0.85	0.5320
ERROR	92	7.14261477	0.07763712		
TOTAL	143	8.67409804			

Simbología utilizada en esta página: F.V. = fuente de variación, GL = grados libertad, SC = suma de cuadrados, CM = cuadrados medios, F = valor de F, Pr > F = F calculada, BL = bloques, PRO = procedencias, BL * PRO = bloques por procedencias.