

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
ANTONIO NARRO**

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA



**CRECIMIENTO DE *Pinus johannis* M. - F. Robert EN UN ENSAYO DE
PROCEDENCIAS EN MESA DE LAS TABLAS, SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA**

POR:

TRINIDAD MUÑOZ FERNÁNDEZ

TESIS PROFESIONAL

**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA
OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO FORESTAL

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
JUNIO DE 2006**

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**CRECIMIENTO DE *Pinus johannis* M. - F. Robert EN UN ENSAYO DE
PROCEDENCIAS EN MESA DE LAS TABLAS, SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA**

POR:

TRINIDAD MUÑOZ FERNÁNDEZ

TESIS PROFESIONAL

PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

INGENIERO FORESTAL

APROBADA

M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ
ASESOR PRINCIPAL

M.C. ARNOLDO OYERVIDES GARCÍA
**COORDINADOR DE LA DIVISIÓN
DE AGRONOMÍA**

BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
JUNIO DE 2006

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

**CRECIMIENTO DE *Pinus johannis* M. - F. Robert EN UN ENSAYO DE
PROCEDENCIAS EN MESA DE LAS TABLAS, SIERRA DE ARTEAGA, COAHUILA**

TESIS PROFESIONAL

**QUE SE SOMETE A CONSIDERACIÓN DEL H. COMITÉ DE TESIS
COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

INGENIERO FORESTAL

POR:

TRINIDAD MUÑOZ FERNÁNDEZ

APROBADA

**M.C. CELESTINO FLORES LÓPEZ
ASESOR PRINCIPAL**

**M.C. SALVADOR VALENCIA MANZO
ASESOR**

**DR. MIGUEL ANGEL CAPÓ ARTEAGA
ASESOR**

**BUENAVISTA, SALTILLO, COAHUILA, MÉXICO
JUNIO DE 2006**

DEDICATORIA

Señor:

Agradezco infinitamente las pruebas que has puesto en mi camino, la maravillosa familia que me otorgaste y a todas aquellas personas que en mi andar mandaste, pero sobre todo agradezco el haberte conocido, y el que aún, a pesar de todo, sigas siendo mi amigo.

A mis padres:

Guillermo † y María Luisa

Fuente de toda inspiración y sustento en mi vida, a ellos con todo mi amor, admiración y respeto. Gracias padres por enseñarme el valor de la vida y por haberme permitido seguir en este camino tomada de sus manos.

A mis hermanos:

Ma. Nicolasa, Ma. Leonor, Vicente, Verónica, Ángel † y Esperanza

Las palabras son pocas para demostrarles el gran amor y respeto que siento, la confianza y el cariño que de ustedes obtengo, pero sobre todo por que ustedes son mi ejemplo.

A mis cuñados:

Fernando Rodríguez De Santiago, Conrado Ríos Ortega, Leticia Molina Ahumada, Edgar De Lucio Barraza y Fernando Velásquez Guerra

Gracias por ser mis amigos, por los sabios consejos y el apoyo moral que me han brindado, pero sobre todo por haberme regalado el fruto de su unión con mis hermanos.

A mis sobrinos:

Aidet Jazmín, José Fernando, Sait Emmanuel, María Teresa, Octavio, José Luis, Carla Viridiana, Andrea, Fabiola, Iván, Alysson, Brandon, Oliver Lean, Winston Wesley, Elliot Shawn y Alan

Peques, son tantas las emociones y alegrías que han dado a mi vida, que me cuesta trabajo expresar lo que siento, por eso si yo les dijera que los amo, tal vez piensen que les miento, pero de lo que si estoy segura es de cuanto los quiero.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro:

Gracias *Alma Mater* por haberme acogido en tu seno, como cual madre cobija a su hijo desvalido, para echarlo a andar por las veredas del camino, después que le ha enseñado a caminar.

A los profesores del Departamento Forestal:

Por la lucha incansable que a diario llevan a cabo para colaborar en la formación de profesionistas que sean capaces de afrontar las adversidades y dar soluciones.

Al M. C. Celestino Flores López:

Gracias mil por su paciencia, dedicación y tiempo, por la confianza que me brindó para iniciar con entusiasmo la elaboración del presente trabajo y culminar de igual forma. Así mismo por los útiles consejos que me brindo y por la fortaleza que encontré en usted para no rendirme en el camino.

Al M. C. Salvador Valencia Manzo:

Por la disposición, asesoramiento y las observaciones que tuvo para la realización del presente trabajo.

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga:

Por el apoyo incondicional y el interés que mostró para colaborar en la realización de esta tesis.

A los compañeros:

Ing. Modesto Curiel Ávila; por la elaboración del Mapa de Localización de la Plantación, al **Ing. Sergio Amilkar Canul Tun, y José Marcos García;** por su valiosa colaboración y disponibilidad en la toma de datos.

A la Familia Salas Almanza:

Por permitirme entrar en su casa y hacerme parte de su hermosa familia.

A mis amigos:

Por su tiempo, confianza, paciencia y regaños, toda mi admiración y respeto: Víctor M. Dávila S. †, Joel y Manuel Rico V., Fernelli Ross V., Isis Io Saavedra G., Lourdes Vargas D., Diana A. Ramírez R., Dora y Diana Hernández C., Gabriela y Olga García R., Vicenta Constante G., Francisco Cruz M., Yolanda López C., Eduardo A. Rodríguez Ch., y Oscar Pérez T.

A mis compañeros de generación:

De quienes tomo los mejores recuerdos que perdurarán al paso del tiempo y sin perder la esperanza de encontrarnos otra vez.

A todas las personas que involuntariamente he olvidado:

Y que de alguna otra forma colaboró en mi formación como profesionalista, les pido me disculpen por la omisión.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE FIGURAS	ii
RESUMEN	iii
1 INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo	2
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1 <i>Pinus johannis</i> M. F.- Robert	3
2.1.1 Aspectos ecológicos y de distribución	3
2.2 La variación natural y su importancia	5
2.3 Selección de especies y procedencias	6
2.4 Estudios realizados con <i>Pinus johannis</i>	7
3 MATERIALES Y MÉTODOS	10
3.1 Descripción de las procedencias	10
3.2 Descripción del área de plantación	10
3.3 Plantación	13
3.4 Variables evaluadas	13
3.5 Diseño experimental	14
3.6 Análisis estadístico	14
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	15
4.1 Diámetro	15
4.2 Altura	16
4.3 Número de ramas	20
5 CONCLUSIONES	23
6 LITERATURA CITADA	24
7 ANEXOS	29

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Mapa de localización de la zona de estudio U.A.A.A.N (SIGMA PLAN, 2003).....	11
Figura 2. Climograma de Gaussen para San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah., en un periodo de 10 años (S.A.R.H. 1988)	12
Figura 3. Valores de diámetro (mm) en el ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento, al año y a los años de la plantación.....	15
Figura 4. Presencia de letras iguales en la figura, representa la carencia de diferencias en la variable. Valores de altura (cm) en el ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento, al año y a los dos años de la plantación.....	17
Figura 5. Presencia de letras iguales en la figura, representa la carencia de diferencias en la variable. Valores de número de ramas en el ensayo de procedencias de <i>Pinus johannis</i> en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento, al año y a los dos años de la plantación.....	21

RESUMEN

Se comparó el crecimiento de tres procedencias de *Pinus johannis* M. –F. Robert, de una plantación establecida en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila, al momento del establecimiento, al año y a los dos años de establecida la plantación, para conocer las diferencias entre las procedencias. Las procedencias evaluadas fueron: La Laguna, N. L., Salaverna, Zac., y La Encantada, N. L.

Las plantas establecidas en la plantación tenían 4 años en el vivero. Se evaluaron en tres fechas; al establecimiento (31 de agosto de 2002), al año de su establecimiento (26 de septiembre de 2003), y a los dos años de establecida la plantación (3 de octubre de 2004). Las variables evaluadas para las tres fechas fueron: diámetro a la base de la planta, altura total y número de ramificaciones. Se realizó un análisis de varianza entre procedencias utilizando un modelo de bloques completos al azar, el cual constó de cuatro bloques con 3 plantas por procedencia y 4 repeticiones por planta, utilizando un total de 144 plantas para dicho trabajo. Posteriormente se hizo la prueba de Tukey para la separación de medias.

Las variables altura y número de ramas permitieron diferenciar las procedencias debido a que son fácilmente perceptibles a temprana edad, en comparación con la variable diámetro. Las procedencias La Laguna y La Encantada N. L., presentaron los valores más altos para el número de ramas a diferencia de la procedencia de Zacatecas.

Pinus johannis es un piñonero de muy lento crecimiento para la plantación establecida en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila.

1 INTRODUCCIÓN

El género *Pinus* es el de más amplia distribución de la familia *Pinaceae*, dicho género cuenta con 110 especies, de las cuales México posee alrededor de 70, lo que hace que el país tome mucho énfasis en la conservación y reproducción de las especies, sobre todo a aquellas que están clasificadas en la categoría de riesgo (Arriaga *et al.*, 2000). Tal es el caso de *Pinus johannis* M. F. Robert (Perry, 1991), que es también descrita como *Pinus cembroides* var. *discolor* Little (Farjón y Styles, 1997) especie endémica que se encuentra sujeta a protección especial, siendo ésta una de las 17 especies que se encuentran sujetas bajo norma, es por ello que se requiere propagar más este tipo de pinos, de allí el interés por conocer su crecimiento y desarrollo (SEMARNAT, 2001).

Pinus johannis ha demostrado un desarrollo rápido en suelos someros además de ser una especie escasa dentro de la región, por lo tanto, la especie puede ser utilizada para la conservación tanto del suelo como de la especie misma, ya que ha demostrado un desarrollo favorable en regiones con características similares al tipo de clima y suelo que presenta la plantación dentro de la localidad de Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila (CETENAL, 1977).

Existen tres poblaciones descritas de *Pinus johannis* que crecen y se distribuyen de forma natural en las siguientes localidades: Concha del Oro, Zac., Cerro el Coahuilón, Arteaga, Coah., y Sierra la Paila, Coah. Existen otras poblaciones de dicha especie localizadas en La Ecantada, Zaragoza, Nuevo León, y en Sierra la Madera, Coah. Además se ha encontrado que la distribución de la especie es más amplia pues se ha registrado presencia en el extremo norte de Zacatecas, oeste de Coahuila y en el estado de Nuevo León entre los pueblos de Miquihuana, Tamaulipas y Aramberi, N. L. (Perry 1991; García y Passini, 1993), así mismo en el sureste de Sonora, Chihuahua, oeste de Tamaulipas, Durango, norte y oeste de San Luis Potosí, sureste de Arizona y suroeste de Nuevo México (Farjón y Styles, 1997), algunas de estas poblaciones pueden presentar crecimientos superiores o características de adaptación diferente a diversos sitios, por lo tanto se requiere realizar ensayos de procedencias para buscar la

mejor dentro de la especie que pueda ser la más adaptable o de mayor crecimiento a diferentes condiciones ambientales, sin olvidar la selección de los mejores fenotipos de las diversas procedencias, así como la similitud en ambiente de éstas a la zona de la plantación para así asegurar un movimiento adecuado de semilla y evitar con ello errores o fracasos (Nienstaedt, 1990).

Es necesario realizar ensayos de procedencias en zonas próximas a las de la distribución natural de dicha especie, los cuales ayudarán a distinguir de una forma más precisa a aquella procedencia que tenga mayor crecimiento, y por ende, realizar plantaciones con semilla de las procedencias que obtuvieron los mejores resultados y así contribuir a la conservación *in situ* de la especie, de allí la inquietud de realizar el presente trabajo para poder colaborar con la preservación y proliferación de *Pinus johannis*.

1.1 Objetivo

Comparar el crecimiento de tres procedencias de *Pinus johannis* al establecimiento de la plantación, al año y a los dos años de establecida en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 *Pinus johannis* M. F. Robert

Pinus johannis M. F. Robert es un arbusto de 2 a 12 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho de 10 a 80 cm, posee un tronco monopoidal, cuyas ramas extendidas pueden prolongarse entre 3 a 4 m, la copa es abierta, densa, baja y redondeada (Perry, 1991; Farjón y Styles, 1997).

Las hojas son tres por fascículo, de vez en cuando 2, raramente 4 ó 5, y de 0.8 a 12 mm de ancho por 2.5 a 6 cm., de largo; éstas son de coloración bicolor; por la parte dorsal son de color verde-azulosa (glaucosa) y por la cara ventral un poco opacas, posee sólo dos canales resiníferos externos que se encuentran situados en el extremo dorsal (Perry, 1991).

Los conos son oblongos y resinosos, de coloración castaño, de 3 a 4 cm, de largo y de 2 a 3 cm, de ancho cuando abren; poseen un pedúnculo corto de 3 a 4 mm de largo y es caedizo. Los conillos femeninos son erguidos y ovalados; de 9 a 11 mm de largo y de 5 a 7 mm de ancho. Las semillas son de color castaño claro, de 10 a 12 mm de largo y de 6 a 9 mm de ancho, poseen testa dura con un espesor de 0.5 a 1.0 mm de ancho, con endospermo de color blanco comestible; presenta de 6 a 11 cotiledones y posee en promedio 2,200 semillas por kilogramo (Perry, 1991; Farjón y Styles, 1997).

2.1.1 Aspectos ecológicos y su distribución

La especie fue descrita con ejemplares del camino de Concepción del Oro a Mazapil, Zacatecas, (24° 37' N, 101° 28' O), a una altitud de 2700 msnm, siendo esta localidad la pionera para la realización de diversos estudios de *Pinus johannis*. Además se encontraron otras localidades las cuales se localizan en el extremo norte de Zacatecas,

Oeste de Coahuila, y en el estado de Nuevo León entre los pueblos de Miquihuana, Tamaulipas y Aramberri, N. L. (Perry, 1991).

Posteriormente se encontró una nueva localidad de dicho pino que se localiza en el sureste de Coahuila, en el Municipio de Arteaga, en el Cerro El Coahuilón (25° 14' N, 100° 20' O), en las faldas del Cerro con pendientes suaves, a una altitud media de 2720 m, en su límite inferior a una altitud de 2550 m, así mismo se han encontrado algunos individuos de forma aislada a una altitud de 2840 metros dentro de los bosques de *Pseudotsuga menziesii* (Mirb) Franco, *Quercus hypoxantha* Trel, y *Q. greggii* Liebm, los cuales son de suelos profundos, aunque muy fuertemente afectados por disturbios antropogénicos e incendios los cuales han destruido en su totalidad el dosel superior conformado de *Pinus arizónica* Engelm. y *Pseudotsuga menziesii* que se encuentran muertos pero aun de pie, aquí se pueden encontrar otros elementos herbáceos que son frecuentes dentro del área como *Grindelia inuloides* Willd, *Hymenoxys insignis* A. Gray, *Senecio coahuilensis* Greenm, *Senecio madrensis* A. Gray, *Stepia* spp y *Penstemon* sp. En su extensión máxima se puede encontrar asociado a una vegetación de tipo matorral de *Agave* sp, *Arctostaphylos* sp, *Ceanothus* sp, *Dasyllirion* sp, *Yucca* sp, con algunas herbáceas como: *Eupatorium* sp, *Penstemon* sp, y *Salvia* sp. Esta especie tiene ocurrencia más a menudo en pendientes expuestas, rocosas, áridas o espinosas, con pendientes poco elevadas, los suelos son muy variables desde nulo a pleno afloramiento de roca madre hasta 40 cm de profundidad, posee un pH ligeramente alcalino (7.7). La localidad presenta precipitaciones de 300 a 400 mm anuales en casi todas las localidades, aunque para el Cerro del Coahuilón se elevan a 500 mm, la temperatura media anual es de 16° C, la altitud promedio es de 2,700 msnm (García y Passini, 1993; González, 1998).

La tercera localidad que se ha reportado para *Pinus johannis* se localiza en Sierra La Paila, en el Estado de Coahuila, entre los Municipios de General Cepeda y Ramos Arizpe, (25° 43' a 26° 14' N y 101° 25' a 101° 44' O). Las localidades de referencia son: Saltillo, Coah., Hipólito, Coah., Nuevo Yucatán, Coah., San Agustín, Coah., El Cedral, Coah., con una superficie de 1.134 km² para dicha región, la cuál se define como

prioritaria para la conservación, puesto que incluye relictos de vegetación clímax de *Pinus sp*, *Pinus johannis* y *Pinus remota* (Little) Bailey & Hawksworth, regularmente conservados, además de encontrarse especies de flora y fauna endémicas como lo son *Echinocereus delaetii* Gurke, *Bouteloua johnstonii* Swallen, *Coutaportia pailensis* Villarreal, *Thamnosma pailense* M.C. Johnst. Existe un gradiente altitudinal en donde se encuentran desde matorrales desérticos y chaparrales hasta bosques de pino. Los principales tipos de vegetación para este sitio son: chaparral, bosque de pino, matorral espinoso tamaulipeco, matorral submontano y matorral desértico rosetófilo. En esta región se tienen dos tipos de clima, el BSokw que pertenece a un clima de tipo árido, templado, con una temperatura media que oscila entre 12°C y 18°C; con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual y, el BSohw perteneciente a un tipo de clima árido, semicálido, con una temperatura media entre 18°C y 22°C; con lluvias de verano del 5 al 10.2% anual. La fisiografía de la zona es un suelo de tipo leptosol lítico, somero, limitado en profundidad por una roca dura continua o por una capa cementada dentro de una profundidad de 10 cm a partir de la superficie (Arriaga *et al.*, 2000).

Se considera que la distribución de la especie es aún más amplia, pues se ha encontrado en el sureste de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Nuevo León, oeste de Tamaulipas, Durango, Zacatecas, norte y oeste de San Luis Potosí, además de encontrarse en el sureste de Arizona y suroeste de Nuevo México (Farjón y Styles, 1997).

2.2 La variación natural y su importancia

La variación natural que existe entre la especie y dentro de la misma, entre localidades, procedencias u origen geográfico, hacen que los individuos se distingan por características que pueden ser diferentes, aún siendo árboles del mismo género y de la misma especie (Eguiluz y Plancarte, 1990).

La variación de procedencias presenta marcadas diferencias que no se presentan en otro tipo de variación, pues las procedencias al ser movidas hacia otro lugar cambiarán

algunos aspectos, por ejemplo: presentarán características de autodefensa y adaptabilidad hacia el nuevo sitio. En cuanto a la variación que pueda existir dentro del individuo y entre los individuos de la misma especie puede ser muy grande, aunque no tan perceptible como en la anterior (Eguiluz y Plancarte, 1990).

Por lo tanto, la variación natural permite distinguir mediante ensayos, aquellas especies, procedencias o familias que presentan una mejor adaptabilidad al sitio y permite tener una amplia gama de diferencias en las especies que podrán ser de gran utilidad para escoger a aquel individuo que presente las mejores características (Zobel y Talbert, 1988; Vargas *et al*, 1997). Prueba de ello es el trabajo que presenta Velasco (2001), en donde comparó mediante un ensayo de 13 procedencias de *Pinus greggii* Engelm en dos localidades de la Mixteca Alta, Oaxaca, procedencias del centro y norte del país a los 2.5 años posteriores a su plantación, obteniendo los mayores resultados las procedencias del centro, lo que hace que dichas procedencias fueron mayormente adaptables al sitio comparadas con las procedencias del norte del país.

2.3 Selección de especies y procedencias

Las especies y procedencias elegidas deberán estar adaptadas al clima, suelo y factores raros, extremosos o de grandes fluctuaciones en donde se pretende establecer la plantación, para que esta sea capaz de tener mejores y mayores posibilidades de desarrollo y crecimiento (Zobel y Talbert, 1988).

Aunque haya ocasiones en que la especie crezca en diferentes localidades que la hagan nativa de la localidad, no quiere decir que al coleccionar semilla de esa localidad va a ser la mejor para el sitio en donde se requiere o se desea hacer la plantación. No importa que el sitio se localice dentro del rango de distribución natural de la especie (Eguiluz y Plancarte, 1990), tal como mencionan López *et al* (2004), al trabajar con *Pinus greggii* en un ensayo para comparar el crecimiento entre dos variedades de dicho pino dentro del límite latitudinal inferior de la distribución natural de la especie tropical y de ambiente subtropical, encontró a los seis años de edad que la población de

Pemuxtitla, Hgo., mostró tener los mejores crecimientos, debido a las condiciones ecológicas de su sitio de origen que son más similares a las del lugar de plantación, lo cual concuerda con la teoría de tener una apropiada selección de la fuente de semilla, además de basarse en datos ambientales, procurando que estos fueran lo mas homólogos posibles en cuanto a ambientes.

2.4 Estudios realizados con *Pinus johannis*

Aldrete (1981), en un estudio ecológico de los agostaderos del noroeste del Estado de Zacatecas, muestra que *Pinus johannis* se desarrolla dentro del bosque de pino en los Municipios de El Salvador, Concepción del Oro, Mazapil y Melchor Ocampo, éste se localiza principalmente sobre terrenos abruptos, ocupando las partes altas de las sierras, laderas, cañadas y bajadas; con altitudes que oscilan entre los 2,100 y 3,180 msnm y climas que van de seco a templado subhúmedo. La geología que presenta este bosque es generalmente de calizas, aunque hay presencia de lutitas, conglomerados, granito y rocas ígneas intrusivas. Dicho bosque ocurre a menudo en suelos muy someros, limitados por roca o litosoles; pero también puede encontrarse en suelos más profundos limitados por caliche a menos de 50 cm. También puede encontrarse en menores altitudes que el chaparral, y generalmente en mayores que el pastizal. El bosque es una comunidad dominada fisonómicamente por un estrato arbóreo de 5 a 8 m de alto, constituido fundamentalmente por *Pinus cembroides* Zucc, acompañado por *Yucca carnerosana* Trel; o por un estrato subarbóreo de 1 a 2 m de *Pinus johannis*, sólo en una pequeña área se encontró *Pinus pinceana* Gordon asociado a *P. cembroides*. Éste bosque presenta un estrato arbustivo con altura de 0.40 a 1.20 m representado por: *Juniperus monosperma* Engelm, *Gymnosperma glutinosum* Spreng, *Nolina erumpens* Torr, *Lindleyella mespiloides* HBK, *Dasyllirion leiophyllum* Engelm, *Stevia stenophylla* A. Gray, *Agave striata* Zucc, *Agrave sp*, *Chrysactinia mexicana* A. Gray, *Bouvardia ternifolia* Cav, *Sophora secundiflora* Ortega, y *Mimosa zygophylla* Gray. El estrato herbáceo de 0.40 m de alto, constituido por gramíneas de tipo amacollado como: *Bouteloua curtipendula* Michx, *Bouteloua gracilis* HBK, *Asistida pansa* Woot, *Lycurus phleoides* HBK, *Stipa eminens* Cav, *Erioneuron grandiflorum* Vasey,

Piptochaetium fimbriatum HBK, *Muhlenbergia monticola* Buckley, *Muhlenbergia emersleyi* Vasey, y *Muhlenbergia mundula* Hitchcock, A. S.

García y Passini (1993), describen una nueva población de *Pinus johannis* la cual se ubica en el sureste del estado de Coahuila, en el Municipio de Arteaga, en el Cerro el Coahuilón. Estas poblaciones se localizan en las faldas del Cerro con pendientes suaves, a una altitud media de 2,720 msnm, con una precipitación media anual de 500 mm y una temperatura media de 16 °C. Aunque también pueden encontrarse individuos aislados en bosques de *Pseudotsuga menziessii*, *Q. hypoxantha* y *Q. greggii*, además de encontrarse en su extensión máxima asociado con vegetación de tipo matorral. Dicha especie ocurre más a menudo en pendientes expuestas, rocosas, áridas o espinosas, con pendientes poco elevadas, de suelos variables y con cercanía a poblaciones que ponen en riesgo a la especie por realizar actividades antropogénicas como la agricultura y la ganadería, y de alto riesgo de incendios por evidencias de incendios anteriores.

Aguilar (1998), realizó un estudio de la fenología y heredabilidades de emergencia y características morfológicas en plántulas de *Pinus johannis* bajo condiciones de invernadero a 3 y 6 meses de edad. La fenología fue evaluada en cuatro etapas, no emergencia, emergencia, brote de hojas cotiledonares y presencia de hojas primarias durante los 6 meses; en emergencia se evaluó el porcentaje de emergencia total, el índice de germinación de Czabator y el de Djavanshir y Pourbeik, los cuales mostraron diferencias altamente significativas sobresaliendo en los componentes de varianza la proporción de la variación debido a familias tanto para el índice de germinación de Czabator, el índice de germinación de Djavanshir y Pourbeik y el porcentaje de emergencia total, los cuales fueron de 63.76, 52.87 y 72.26% respectivamente. Las heredabilidades fueron altas, siendo la heredabilidad individual mayor que la heredabilidad de medias de familias. En morfología las características evaluadas fueron: número, longitud y ancho de hojas cotiledonares, diámetro a la base de la plántula, longitud de hipocotilo y epicotilo y altura total; en donde para la mayoría de las características el análisis de varianza mostró diferencias altamente significativas.

López (2005), evaluó la producción y viabilidad de semillas de *Pinus johannis* en dos poblaciones naturales de México en dos años de colecta. Para la colecta 2003, sólo evaluó la viabilidad de semillas y la relación entre plántulas normales e indicadores reproductivos de la semilla. La producción de semillas llenas para la colecta de 1998 de acuerdo con el análisis de conos y semillas se obtuvieron 18 semillas llenas para la población el Coahuilón y para Concepción del Oro 25. En la colecta 2003, el potencial de semillas llenas fue similar para las dos poblaciones, sin embargo se encontró que la eficiencia de semillas para la población el Coahuilón fue de 4%, lo que difiere de la población de Concepción del Oro con una eficiencia de semillas del 12% para el mismo año de colecta. La población el Coahuilón presentó los valores más altos en el coeficiente de endogamia; así como una baja eficiencia en la producción de semilla en comparación con la población de Concepción del Oro, dando como resultado la presencia de plántulas anormales como indicador de autopolinización y endogamia en las poblaciones.

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción de las procedencias

Las procedencias sujetas a estudio son Laguna de Sánchez, Santiago, Nuevo León; Salaverna - Mazapil, Zacatecas y La Encantada, Zaragoza, Nuevo León. La procedencia Laguna de Sánchez se localiza en 25° 21' 14" N y 100° 21' 08" O, pertenece al Ejido de Santiago, Nuevo León, presenta una altitud de 1730 msnm. La procedencia de Salaverna se localiza a bordo del camino de Concepción del Oro a Mazapil en los parajes "Puerto El Dique", "Cerro El Guaje", "Cerro El Bofe", en el municipio de Mazapil, Zacatecas con coordenadas de 24° 36' 44" N y 101° 27' 44" O, a una altitud de 2,820 msnm. Y la procedencia La Encantada, Zaragoza, Nuevo León se localiza entre el poblado La Encantada y La Siberia a escasos 5 kilómetros con coordenadas de 27° 52' 41" N y 99° 50' 25" O, con una altitud de 2700 msnm.

3.2 Descripción del área de plantación

La plantación se encuentra localizada en la localidad Mesa de las Tablas, Arteaga, Coah. (25° 15' 9.6" N, 100° 25' 30" O) a 2580 msnm, en una superficie de 5,000 m², con una pendiente de 25% (CETENAL, 1977) (Figura 1).

De acuerdo a la estación meteorológica de San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah., la temperatura medio anual es de 12.7 °C; la precipitación promedio anual es de 470.6 mm, con un régimen de precipitación escasa aunque puede presentarse lluvia durante todo el año. El mes más cálido es mayo con una temperatura media 15.8 °C, los meses de julio y agosto son los que registran una mayor precipitación pluvial y es más escasa en el invierno (Figura 2). El tipo de clima es Cx' b (e') g descrito como clima templado – subhúmedo, con lluvias escasas todo el año, con un verano fresco largo, muy extremo (Mendoza, 1983).

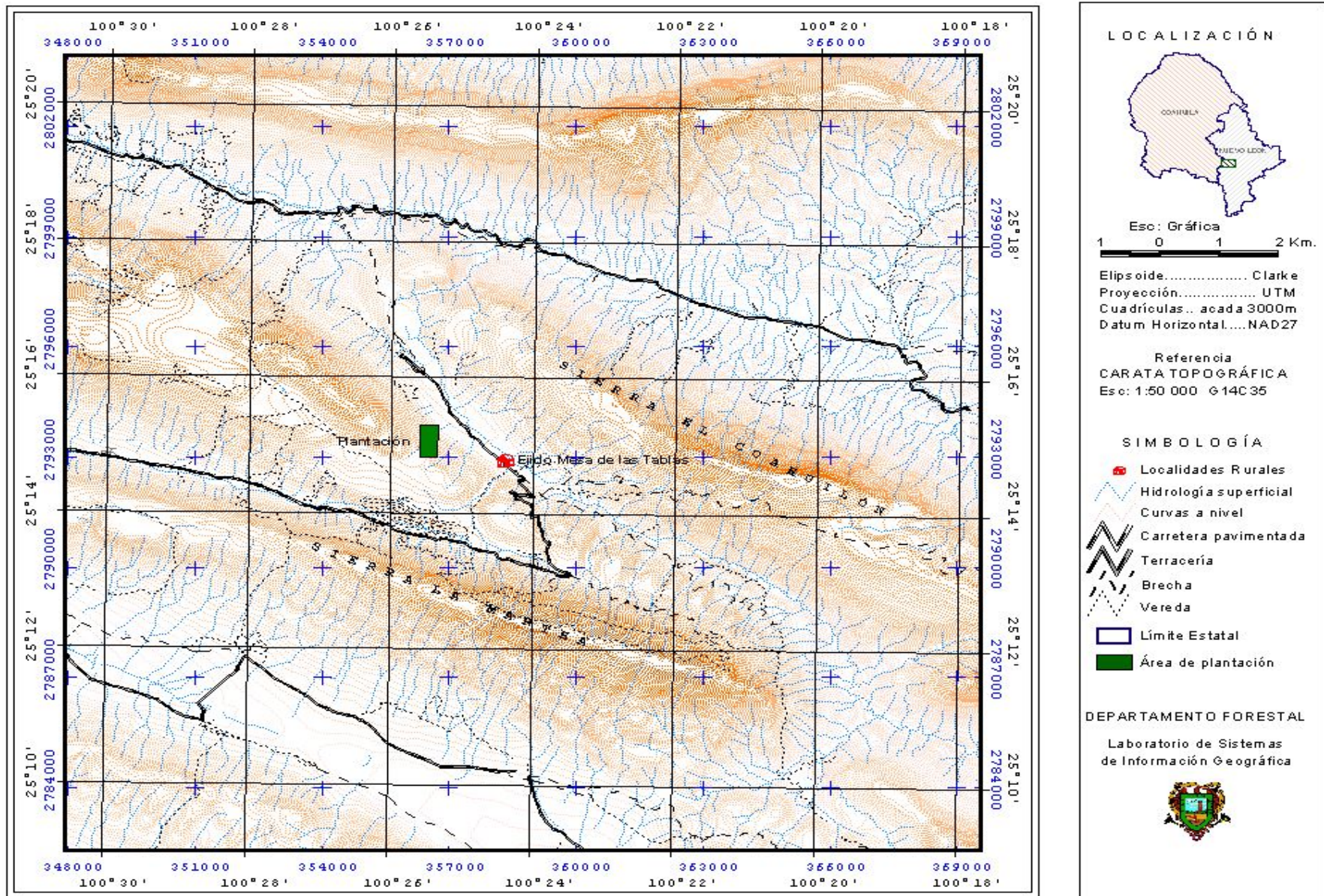


Figura 1. Mapa de ubicación de la plantación de *Pinus johannis* (U.A.A.N., 2003).

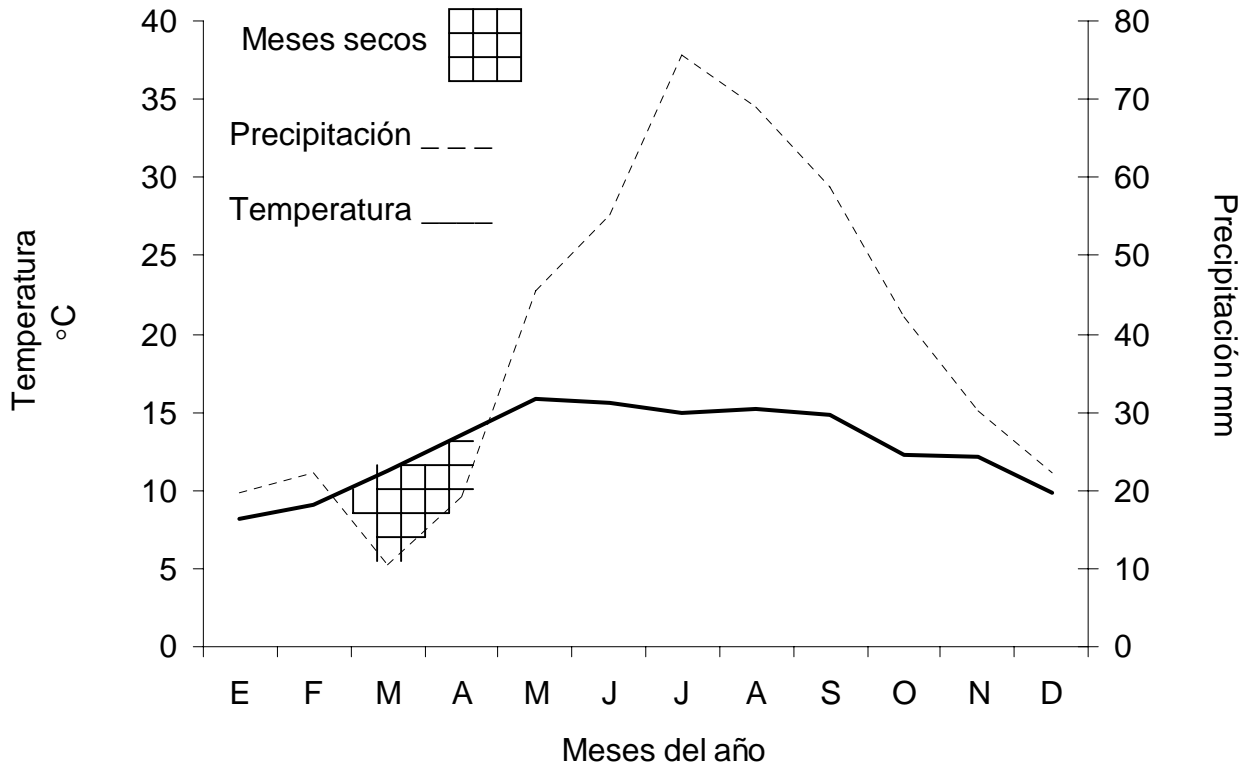


Figura 2. Climograma Gausson para San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coah., en un período de 10 años (S.A.R.H.,1988).

El tipo de suelo predominante es el aluvi3n, presentándose rocas rudimentarias (lutita y caliza), dando origen a la siguiente fórmula de suelos, Hc + E/2 descrito como suelo predominante el feozem calcárico (Hc), como suelo secundario a la rendzina (E) y con una clase textura media (CETENAL, 1977).

El tipo de vegetaci3n es matorral normalmente mezclado en los bosques de *Pseudotsuga menziessi*, *Quercus hypozhantha*, *Quercus greggii* y con *Pinus cembroides*, adem3s de encontrarse géneros como *Agave*, *Arctostaphylos*, *Juniperus*, *Ceanothus*, *Dasyllirion*, *Yucca*, *Opuntia*, y algunas herbáceas tales como: *Eupatorium*, *Penstemon* y *Salvia* (García y Passini, 1993; González, 1998).

3.3 Plantación

Se utilizó material con una edad de 4 años, el cual se plantó el día 31 de agosto de 2002. Las plantas fueron colocadas de forma manual en cajetes con una profundidad de 30 cm, y una separación entre plantas de 2 m y con una faja de protección alrededor del experimento.

3.4 Variables evaluadas

En el presente trabajo se evaluó el crecimiento de *Pinus johannis* para las variables diámetro, altura y número de ramificaciones, 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 5 años, el 26 de septiembre de 2003 y la última se realizó el día 3 de octubre de 2004 a la edad de 6 años.

La medición del diámetro se registró en la base de la planta (al nivel del suelo), utilizando un pie de rey digital con graduación en milímetros. La altura se consideró desde la base de la planta hasta la yema terminal de la misma, se registró la lectura con una regla transparente de 30 cm. Para la medición de número de ramificaciones se contabilizaron todas las ramas de cada una de las plantas incluyendo también el brote terminal.

Durante el primero y segundo año se encontraron más de dos observaciones perdidas debido a que se registró presencia de bovinos en el área de plantación provocando pisoteo a las plantas y por tanto la muerte, por lo que se utilizó el procedimiento de aproximaciones sucesivas para generar los datos extraviados.

Conchran y Cox (1976), sugieren estimar los valores a través de dicho procedimiento en donde tenemos que en una primera aproximación, uno de los valores se estima como el promedio de las otras parcelas con el mismo tratamiento que aquel que tiene la

observación perdida; con esta primera estimación se estima el segundo valor perdido, y esta segunda estimación se emplea para recalcular el primer valor perdido. Este ciclo de cálculos podría repetirse hasta que los valores estimados ya no cambien sensiblemente (Martínez, 1996).

3.5 Diseño experimental

El presente trabajo se realizó mediante el modelo de diseño de bloques completos al azar, considerando tres poblaciones; Salaverna, Zac., La Encantada, Zaragoza, N. L. y La Laguna, N. L., el cual constó de cuatro bloques con 3 plantas por procedencia y 4 repeticiones por planta, utilizando un total de 144 plantas para dicho trabajo.

Por lo que se utilizó el siguiente modelo estadístico (Wayne, 1987):

$$X_{ij} = \mu + \beta_i + P_j + \varepsilon_{ij}$$
$$i = 1, 2, \dots, n; \quad j = 1, 2, \dots, k$$

En donde:

- X_{ij} = es un valor típico de la unidad experimental.
- μ = es una constante desconocida.
- β_i = representa un efecto de bloque que refleja el hecho de que la unidad experimental cayó en el i – ésimo bloque.
- P_j = representa un efecto de tratamiento, que refleja el hecho de que la unidad experimental recibió la j – ésima procedencia.
- ε_{ij} = es un componente residual que representa todas las fuentes de variación que no sean las procedencias o los bloques.

3.6 Análisis estadístico

Los resultados de las variables a evaluadas fueron procesados en el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) mediante el procedimiento PROC GLM. Para las variables que presentaron diferencias estadísticamente significativas se realizó la comparación de medias por el procedimiento de Tukey (Vera, 1995).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Diámetro

En el análisis de varianza para la variable diámetro no se presentaron diferencias entre procedencias para ninguno de los años evaluados (Anexos 1, 5 y 9; Figura 3). Al momento del establecimiento el diámetro basal por procedencias varió de 6.1 a 6.7 mm; para el primer año la media del diámetro basal varió de 6.8 a 7.5 mm y para el segundo año el diámetro basal promedio vario de 10.4 a 10.8 mm.

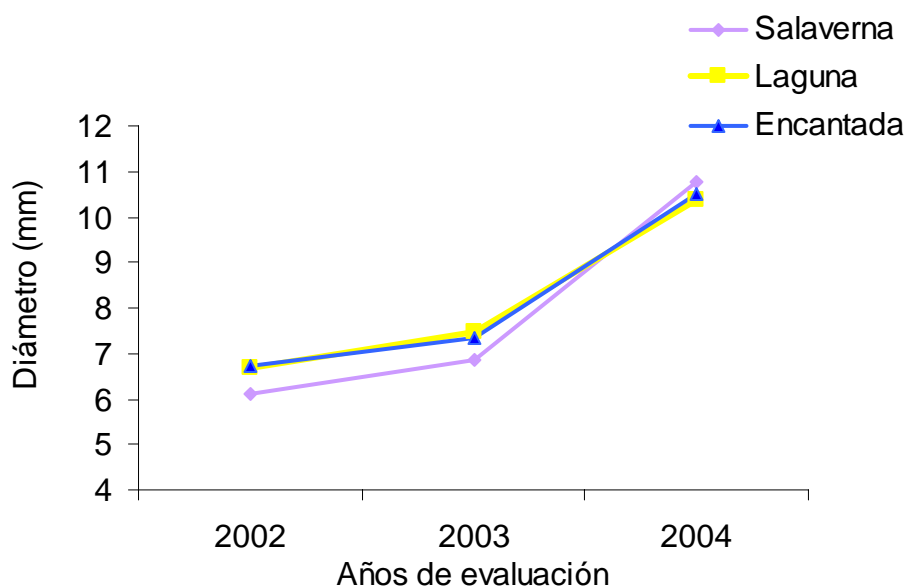


Figura 3. Valores de diámetro (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento, al año y a los años de la plantación.

Resultados similares se han encontrado en varios estudios, tal es el caso de un ensayo de procedencias en etapa de vivero de *Pinus cembroides* a la edad de 1 año 5 meses, donde no hubo diferencias en la variable de diámetro (Manzano, 1993); así

mismo en un ensayo de tres procedencias de *Pinus greggii* probadas en el C.A.E.S.A a la edad de 5 años, tampoco se registraron diferencias significativas (Ornelas, 1997).

Sin embargo, no en todos los casos se presentan resultados semejantes, tal es el caso de la evaluación de un ensayo de procedencias y progenies para *Pinus greggii* en dos localidades, en donde si hubo diferencias significativas entre procedencias en la localidad de Lomas de San Juan, Chapingo, esto debido a que la especie se estableció bajo dos condiciones ecológicamente diferentes; por lo tanto presenta una alta variación genética entre sus poblaciones (Valencia *et al*, 1993). Otro claro ejemplo de diferencias es el ensayo de trece procedencias con *Pinus greggii* en dos localidades de la Mixteca Alta, Oaxaca, en donde se obtuvieron diferencias significativas entre procedencias a 2.5 años posteriores a su plantación, obteniendo resultados mayores las procedencias del centro y los menores para las procedencias del norte del país (Velasco, 2001), lo cual puede deberse a que si una especie se establece fuera de su área de distribución natural es más probable que muestre marcadas diferencias entre procedencias. El mismo resultado lo presentó un ensayo de procedencias de *Pinus oaxacana* Mirov, a 2.5 años de la plantación, en donde se registraron diferencias significativas, siendo la procedencia de Yudolahuerta Xacañi, Oax, la que presentó el mejor valor con 39.61 mm y el menor valor correspondió a la procedencia de Rancho Nuevo, Chis, con 33.65 mm (Ruíz, 2003).

4. 2 Altura

Para la variable altura se encontró en el análisis de varianza diferencias significativas entre dos de las procedencias ($Pr= 0.04$). Para la fecha de establecimiento La Laguna mostró el mayor crecimiento entre procedencias (11.5 cm), lo que la hace diferente a la procedencia La Encantada (10.04 cm), pero similar a la de Salaverna (10.0 cm) (Anexo 2 y 4; Figura 4). En el primer año de establecimiento de la plantación se presentó una respuesta parecida a la del momento de su establecimiento, puesto que se encontraron diferencias significativas entre procedencias ($Pr= 0.03$), en donde la procedencia de La Encantada fue la que tuvo el mayor promedio en altura (11.9 cm), lo que la hace similar

a la procedencia de La Laguna (11.7 cm), pero diferentes a la procedencia de Salaverna la cual obtuvo el menor crecimiento (10.7 cm) (Anexo 6 y 8; Figura 4).

Para el segundo año no se encontraron diferencias significativas en el análisis de varianza entre las procedencias. La procedencia La Laguna tuvo una altura promedio de 18.0 cm, y las procedencias La Encantada y Salaverna tuvieron un promedio de 17.1 y 17.0 cm, respectivamente (Anexo 10; Figura 4).

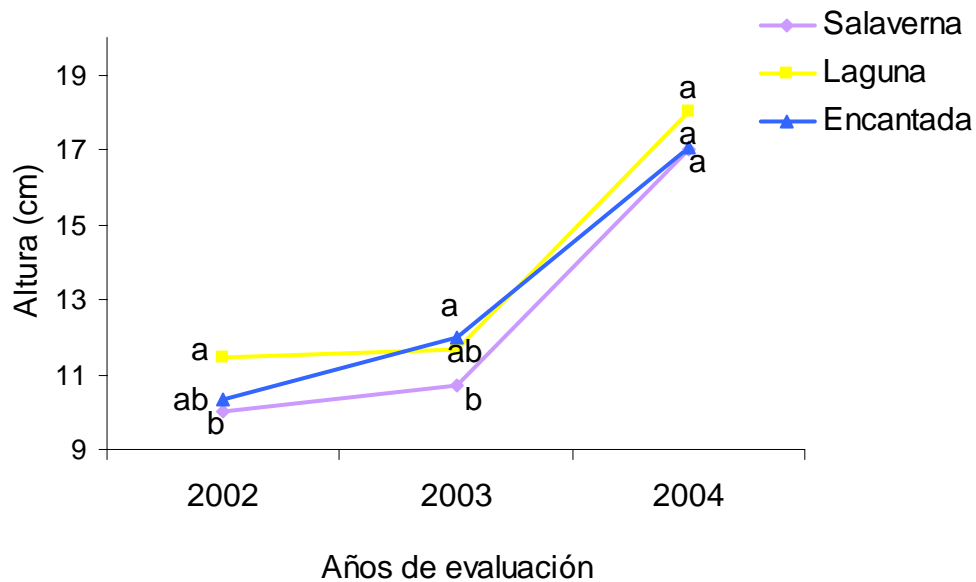


Figura 4. Presencia de letras iguales en la figura, representa la carencia de diferencias en la variable. Valores de altura (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento, al año y a los dos años de la plantación.

Existen estudios donde se han encontrado diferencias para la variable altura, como el ensayo de procedencias y progenies de *Pinus greggii* en dos localidades, en donde la localidad de Lomas de San Juan, Chapingo presentó una altura promedio que va desde los 56.9 a 147.9 cm para las procedencias de Los Lirios, Coah., y El Piñón, Hgo., respectivamente, mostrando una diferencia de 160% de crecimiento, patrón similar que se observó en la localidad de Metepec, México (Valencia *et al*, 1993). Otro ejemplo es

un ensayo de procedencias también con *Pinus greggii*, en donde hubo diferencias significativas, siendo Cañón de Jamé, Coah., la procedencia con mayor altura (107.9 cm) y Los Lirios Coah., la procedencia con menor altura (84.9 cm) (Ornelas, 1997). En un estudio realizado para cuatro especies de pinos: *Pinus tecunumanii*, *P. greggii* var. *australis*, *P. patula* y *P. maximinoi*, se encontró que los resultados fueron altamente significativos entre procedencias de *Pinus maximinoi* y *Pinus tecunumanii* para la variable altura (Salazar *et al*, 1999). También con *Pinus oaxacana* evaluada en dos localidades de la Mixteca Alta de Oaxaca, hubo diferencias entre procedencias (Ruíz, 2003).

Por otra parte en otros estudios se registran resultados contrastantes a los anteriores, tal es el caso de *Pinus cembroides* en donde no se encontraron diferencias significativas para la variable altura a la edad de 1 año cinco meses (Manzano, 1993); en *Pinus greggii*, evaluados a los 4.5 años en el Ejido 18 de Marzo, Galeana, N. L., no se obtuvieron diferencias entre procedencias para la variable altura a pesar que los valores van de 109.7 cm a 132.4 cm (Hernández, 2005).

En los resultados en donde no se muestra diferencia alguna entre procedencias para las variables diámetro y altura puede deberse a que *Pinus johannis* es de lento crecimiento y corta edad, además de ser una especie de talla y porte bajo (Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997). Esto podría atribuirse a que existe poca variación entre procedencias dado a que la plantación se localiza dentro de la distribución natural de *Pinus johannis* y no existe una separación ambiental más drástica; es decir, es probable que si se colocara esta especie dentro de una amplia variedad de ambientes podrían observarse diferencias en la variable (Zobel y Talbert, 1998). Un claro ejemplo de ello es el trabajo que presentan Valencia *et al* (1993), tras evaluar un ensayo de procedencias y progenies de *Pinus greggii* en dos localidades, en donde encontraron diferencias significativas entre procedencias debido a que la especie se estableció bajo dos condiciones ecológicamente diferentes y fuera de su área de distribución natural.

Así mismo, Velasco (2001) al trabajar con trece procedencias de *Pinus greggii* en la Mixteca Alta, Oax., encontró diferencias entre procedencias, debido probablemente a que este pino fue movido de su rango de distribución natural. Ruíz (2003) en un ensayo de procedencias de *Pinus oaxacana* a 2.5 años de plantado, en donde utilizó procedencias de Oaxaca, Chiapas y de procedencia desconocida, encontró que los mejores resultados los presentaron las procedencias de Oaxaca debido probablemente a la similitud de ambientes. También López *et al*, (2005) encontró diferencias entre procedencias de *P. greggii*, *P. maximinoi*, *P. patula* y *P. tecunumanii*, lo cual indica la ganancia potencial existente al utilizar una apropiada selección de las procedencias.

Por el contrario, Hernández (2005), en un ensayo de nueve procedencias de *Pinus greggii* a 4.5 años de establecido el experimento, no encontró diferencias debido a que el ensayo fue establecido dentro de la distribución natural de la especie. Así mismo, Godínez (2005) no encontró diferencias entre procedencias a los 4 años y cinco meses de la plantación para la especie anterior, aunque presentó un rango de altura que fue de 127.3 cm para Santa Anita a 102.5 cm para Puerto San Juan; y para diámetro fue de 36.3 mm para La Tapona a 31.2 mm para Puerto San Juan.

La falta de diferencias en el diámetro y altura también podría atribuirse a que estas variables no son muy heredables, ya que corresponden a características que son muy afectadas por el ambiente en el cual crecen los árboles (Zobel y Talbert, 1998). Aguilar (1998) tras evaluar la fenología y heredabilidades de emergencia y características morfológicas en plántulas de *Pinus johannis*, encontró para la variable diámetro una heredabilidad individual y de familias a la edad de 3 meses valores altos de 0.95 y 0.98; respectivamente, y las heredabilidades a 6 meses presentaron una disminución tanto a nivel individual y de familias de 0.84 y 0.92, respectivamente, así mismo presentó valores de heredabilidad individual y de familias para la variable de altura total, la cual registró a los 3 meses de edad 0.69 y 0.84; y a los 6 meses una heredabilidad de 0.60 y 0.78, respectivamente.

Por otra parte, las procedencias se encuentran en proceso de adaptación al nuevo sitio, algunos autores mencionan que la prueba significativa de la adaptabilidad de las especies y procedencias no ocurre realmente sino hasta que los árboles han crecido lo suficiente del 25 a 50% del turno, por lo tanto se requiere medir la variable en edades mas avanzadas y tener presente que los valores serán utilizados únicamente para la población estudiada en el tiempo y espacio en que se haya evaluado (Willan, 1980; Moreno *et al*, 1986; Zobel y Talbert, 1988).

4.3 Número de ramas

Al inicio de la plantación para esta variable se encontraron diferencias significativas entre procedencias ($Pr= 0.02$) donde la procedencia La Encantada fue semejante a la procedencia La Laguna obteniendo un promedio de la variable número de ramas de 3.7 y 3.6, respectivamente y las cuales fueron diferentes a Salaverna, la cual registró un valor promedio de 2.5 ramas (Anexo 3 y 4, Figura 5).

Sin embargo para el primer año de establecimiento ya no se registraron diferencias entre procedencias (Anexo 7; Figura 5). La Encantada registró un promedio de 6.7 ramas, La Laguna 6.6 ramas y Salaverna 5.0 ramas en promedio.

Para el segundo año se encontraron diferencias significativas entre procedencias ($Pr= 0.02$), en donde las procedencias de La Laguna y La Encantada obtuvieron valores altos y similares (7.9 y 7.5, respectivamente) pero diferentes a la población de Salaverna que obtuvo el menor valor en promedio (6.0 ramas) (Anexo 11 y 12; Figura 5).

En diversos trabajos se han encontrado diferencias significativas para la variable número de ramas. El estudio de procedencias y progenies de *Pinus greggii*, mostró diferencias a nivel de familias para la variable de número de verticilos y se estimó una heredabilidad de medias familias de 0.40 para las localidades evaluadas (Valencia *et al*, 1993). En un ensayo de trece procedencias de la especie anterior en dos localidades

mostró diferencias entre los sitios de plantación siendo Tlacotepec Plumas la mayor en comparación con la localidad Magdalena Zahuatlán (Velasco, 2001). Para un ensayo de procedencias de *Pinus oaxacana*, se encontraron diferencias significativas entre procedencias destacando la procedencia de San Miguel Aloapan, Oax., con un promedio de 6.74 verticilos (Ruíz, 2003), de forma similar se expresa para *Pinus greggii* en donde se encontró un promedio que va de los 8.95 a 9.97 verticilos a los 4.5 años de edad de la plantación (Hernández, 2005). Para otro estudio de procedencias y progenies de *Pinus greggii*, la procedencia La Tapona tuvo un promedio de 8.8 verticilos, lo que la hace superior a Jamé y Puerto San Juan, que presentaron 7.6 y 7.3 verticilos, respectivamente a los cuatro años cinco meses de la plantación (Godinez, 2005).

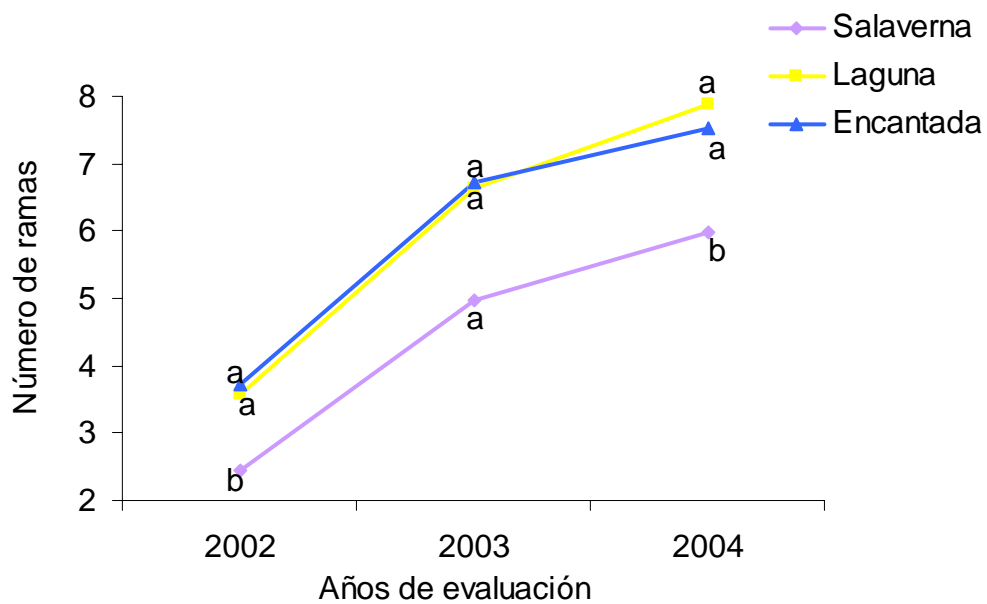


Figura 5. Presencia de letras iguales en la figura, representa la carencia de diferencias en la variable. Valores de número de ramas en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al establecimiento, al año y a los dos años de la plantación.

Algunos estudios muestran diferencias para la variable, como Valencia *et al* (1993); aunque Velasco (2001) reporta que en *Pinus greggii* sólo se encontraron diferencias

entre procedencias del centro del país, lo que indica que estas procedencias presentaron una alta capacidad de adaptación a las condiciones de la localidad Tlacotepec Plumas que fue la que registró los mayores valores. Ruíz (2003), encontró para *Pinus oaxacana* diferencias entre procedencias a 2.5 años de plantadas, para la localidad de Tlacotepec Plumas sobresalió la procedencia de San Miguel Aloapa, Oax. y para la localidad de Magdalena Zahuatlán la mejor procedencia fue para San Miguel Peras, Oax., cuyas diferencias son atribuidas al genotipo de la especie y a las condiciones ambientales.

De forma similar se expresa para *Pinus greggii* en donde se encontró que las mejores procedencias fueron La Taponá, N. L., con un promedio de 9.97 verticilos y Agua Fría, Coah. – N. L., con una media de 8.95 verticilos (Hernández, 2005); así mismo se reporta para la misma especie a la edad de cuatro años y cinco meses de edad, en donde la procedencia de La Taponá fue la que presentó el mayor número de verticilos obteniendo un promedio de 8.8 verticilos (Godínez, 2005). Los resultados que presentaron ambos trabajos son atribuidos altamente al efecto genético y a la menor influencia que tienen las condiciones ambientales con esta característica.

Esta variable resulta ser de gran interés desde el punto de vista de conservación y protección al suelo contra la erosión, ya que se considera que a mayor número de ramas, mayor follaje, equivalente a mayor protección del suelo (Daniel *et al*, 1982; Hocker, 1984).

Es común pensar que un pino entre menor número de ramas tenga, habrá mayor proporción de madera limpia, lo cual repercute favorablemente sobre la calidad de la madera al reducir el número de zonas con presencia de nudos; esto es diferente a lo esperado para la especie utilizada, ya que no es una especie proveedora de madera comercial y se prefiere que tenga un mayor número de ramas pues es una especie de interés recreativo y posee grandes ventajas en la protección del suelo evitando así su erosión y ayudando a la retención de agua en vertientes con poca humedad (Perry, 1991; Farjon y Styles, 1997).

5 CONCLUSIONES

La altura y el número de ramas son variables que permitieron diferenciar las procedencias debido a que son fácilmente perceptibles a temprana edad.

La Laguna y La Encantada, Nuevo León, fueron procedencias que presentaron los valores más altos en el número de ramas.

Pinus johannis es un piñonero de muy lento crecimiento para la plantación establecida en Mesa de las Tablas, Arteaga, Coahuila.

6 LITERATURA CITADA

- Aguilar B., A. 1998. Fenología y heredabilidades de emergencia y características morfológicas en plántulas de *Pinus johannis* M. F. Robert. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 74 p.
- Aldrete M., E. 1981. Estudio ecológico de los agostaderos del Estado de Zacatecas. Tesis Profesional. U.A.Ch. Chapingo, México. 285 p.
- Arriaga L., J. M. Espinoza., C. Aguilar. E. Martínez., L. Gómez. y E. Loa. 2000. Regiones terrestres prioritarias de México. Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, México, D. F. <http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/regionalizacion/doctos/rtp_079.pdf> (Consulta: 15 de agosto de 2004).
- CETENAL. 1977. Carta Topográfica, G14C45. San Rafael, Nuevo León y Coahuila. Escala 1: 50,000.
- Cochran, G. W. y M. G. Cox. 1976. Diseños experimentales. Primera edición en español. Cuarta reimpresión. Trillas. México. 661 p.
- Daniel, W. T., J. A. Helms y F. S. Baker. 1982. Principios de silvicultura. McGraw-Hill. México. 492 p.
- Eguiluz P., T. y A. Plancarte B. 1990. Centro de Genética Forestal, A. C. In: Memoria mejoramiento genético y plantaciones forestales. Chapingo, México. 209 p.
- Farjon, A. y B. T. Styles. 1997. *Pinus* (Pinaceae). Flora neotropica monograph 75 Organization for Flora Neotropica, The New York Botanical Garden. New York. 291 p.

- Flores L., C. 2003. Informe de final del proyecto de investigación 02.03.0207.2412: Indicadores reproductivos de conos y semillas en poblaciones de *Picea mexicana* Martínez, *Pinus johannis* M. –F. Robert, *Pinus arizonica* var. *storminae* Mart. y *Pseudotsuga flahaulti* flous de la Sierra de Arteaga, Coahuila y áreas de Nuevo León. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 4 p. (Inédito).
- García, A., A. y M. F. Passini. 1993. Distribución y ecología de *Pinus johannis* M. F. Robert. *Phytologia* 74 (2):125 – 127.
- 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. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah. 23 p.
- González A., J. 1998. Los bosques piñoneros de México. Estudio del bosque de *Pinus johannis* M. F. Robert en Concepción del Oro, Zacatecas. Tesis de Maestría en Ciencias. U.A.Ch. Chapingo, México. 152 p.
- Hocker Jr, H. W. 1984. Introducción a la biología forestal. AGT Editor. México. 446 p.
- Hernández B., E. 2005. Ensayo de nueve procedencias de *Pinus greggii* Engelm., en el Ejido 18 de Marzo, Galeana, N. L. Tesis Profesional. U. A. A. A. N. Buenavista, Saltillo, Coah. 53 p.
- López C., Y. 2005. Producción y viabilidad de semillas de *Pinus johannis* M. –F. Robert en dos poblaciones naturales de México. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 48 p.
- López-Upton, J., J. K. Donahue, F. O. Plascencia–Escalante y C. Ramírez–Herrera. 2004. Variación en crecimiento de diferentes poblaciones de las variedades de *Pinus greggii*. *Agrociencia* 38:457-464.

- López-Upton, J., C. Ramírez–Herrera, O, Plascencia–Escalante y J. Jasso-Mata. 2005. Provenance variation in growth characters of four subtropical pine species planted in México. *New Forests* 29:1-13.
- Manzano C., M. G. F. 1993. Ensayo regional de procedencias de *Pinus cembroides* Zucc., en las etapas de semillero y vivero. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 88 p.
- Martínez G., A. 1996. Diseños experimentales. Métodos y elementos de teoría. Trillas. U.A.Ch. Chapingo, Méx. 756 p.
- Mendoza H., J. M. 1983. Agrometeorología. Diagnóstico climático para la zona de influencia inmediata a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 616 p.
- Moreno, V., A. Mercadet y M. Antón. 1986. Principios de mejoramiento genético forestal. Genética y su mejoramiento arbóreo. *In*: Colectivo de autores. Centro Universitario de Educación Superior. Ministerio de Educación Superior. La Habana, Cuba. pp. 217 – 259.
- Nienstaedt, H. 1990. Importancia de la variación natural. *In*: Mejoramiento genético y plantaciones forestales. Centro de Genética Forestal, A. C. Chapingo, México. Pp. 34 – 41
- Ornelas H., G. 1997. Ensayo de tres procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 59 p.
- Perry, J. P. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. USA. 231 p.

- Ruíz A., V. 2003. Ensayo de Procedencias de *Pinus oaxacana* Mirov., en dos localidades de la Región Mixteca Alta, Oax. Tesis Profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coah. 93 p.
- Salazar G., J. G., J. J. Vargas H., J. Jasso M., J. D. Molina G., C. Ramírez H., J. López U. 1999. Variación en el patrón de crecimiento en altura de cuatro especies de *Pinus* en edades temprana. *Madera y Bosques* 5 (2): 19 – 34.
- S.A.R.H. 1988. Normales Climatológicas (1941 – 1970). Dirección General de Estudios, Información y Estadística Sectorial. 2ª. Edición. México. 798 p.
- SEMARNAT. 2001. NOM-059-ECOL. 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. Publicada en el Diario Oficial de la Federación el 22 de marzo de 2002. México, D. F.
- U.A.A.A.N. 2003. SIGMA PLAN: Diagnóstico ambiental de la Sierra plegada de Coahuila. Departamento Forestal. Laboratorio de Sistemas de Información Geográfica. Buenavista, Saltillo. Coah. pp. 17.
- Valencia M., S., A. Plancarte B. y C. Cigarrero C. 1993. Evaluación de un ensayo de procedencias y progenies de *Pinus greggii* en dos localidades. *In: Memorias del I Congreso Mexicano sobre Recursos Forestales. Resúmenes de Ponencias.* Buenavista, Saltillo, Coah. pp. 78.
- Vargas H., J. J., B. Bermejo V. y F. T. Ledig. 1997. Manejo de Recursos Genéticos Forestales. Colegio de Postgraduados, Montecillos, México. U.A.Ch. Chapingo, México. 252 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 Desings. Biometrics Information Handbook No. 5. Ministry of Forests Research Program. Province of British Columbia. 61 p.

Wayne, W. D. 1987. Bioestadística. Base para el análisis de las ciencias de la salud 3ª Edición. Limusa. México. 667 p.

Willan, R. L. 1980. Mejora genética de árboles forestales. *In*: Informe sobre el Curso de capacitación sobre la mejora genética de árboles forestales. Ensayo de especies y procedencias. Roma, Italia. Pp.141 – 153.

Zobel, B. y J. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. 545 p.

ANEXOS

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

F. V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	11	35.9027076	3.2638825	1.98	0.0348
BL	3	8.75014097	2.91671366	1.77	0.1556
PRO	2	12.08305972	6.04152986	2.41	0.1709
BL * PRO	6	15.06950694	2.51158449	1.53	0.1744
Error	132	217.2324083	1.6457001		
Total	143	253.1351160			

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

F. V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	11	116.8815306	10.6255937	1.79	0.0615
BL	3	51.56152500	17.18717500	2.90	0.0376
PRO	2	43.95190556	21.97595278	6.17	0.0350
BL * PRO	6	21.36810000	3.56135000	0.60	0.7297
Error	132	738.0621333	5.9322889		
Total	143	899.9436639			

Anexo 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, Coah., al establecimiento de la plantación (agosto 2002).

F. V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	11	84.5763889	7.6887626	2.58	0.0053
BL	3	21.63194444	7.21064815	2.42	0.0688
PRO	2	46.43055556	23.21527778	8.43	0.0181
BL * PRO	6	16.51388889	2.75231481	0.92	0.4795
Error	132	392.9166667	2.9766414		
Total	143	477.4930556			

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.

Anexo 4. Comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable altura (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 Tukey ($\alpha=0.05$)	Procedencia
Altura (cm)	11.4679	a b	La Laguna
	10.3488	a	La Encantada
	10.0288	b	Salaverna
Número de ramas	3.6992	a	La Encantada
	3.5831	a	La Laguna
	2.4686	b	Salaverna

Anexo 5. Análisis de varianza para la variable diámetro (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (septiembre 2003).

F. V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	11	32.4112076	2.9464734	0.90	0.5386
BL	3	10.43443542	3.47814514	1.07	0.3654
PRO	2	10.17940972	5.08970486	2.59	0.1547
BL * PRO	6	11.79736250	1.96622708	0.60	0.7274
Error	132	430.2588583	3.2595368		
Total	143	462.6700660			

Anexo 6. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (septiembre 2003).

F. V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	11	132.561547	12.051050	1.29	0.2378
BL	3	51.89228056	17.29742685	1.85	0.1413
PRO	2	54.81815556	27.40907778	6.36	0.0329
BL * PRO	6	25.85111111	4.30851852	0.46	0.8363
Error	132	1234.555850	9.352696		
Total	143	1367.117397			

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.

Anexo 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 (septiembre 2003).

F. V.	GL	SC	CM	F	Pr > F
Modelo	11	202.076389	18.370581	2.67	0.0040
BL	3	15.79861111	5.26620370	0.76	0.5157
PRO	2	93.55555556	46.77777778	3.03	0.1233
BL * PRO	6	92.72222222	15.45370370	2.24	0.0428
Error	132	908.916667	6.885732		
Total	143	1110.993056			

Anexo 8. Comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$) para la variable altura (cm), en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al año de la plantación (septiembre 2003).

Variable	Media	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)	Procedencia
Altura (cm)	11.6908	a	La Laguna
	11.9750	a b	La Encantada
	10.6871	b	Salaverna

Anexo 9. Análisis de varianza para la variable diámetro (mm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al segundo 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	0.18	0.8418
BL * PRO	6	69.64653194	11.60775532	2.29	0.0386
Error	132	667.7780500	5.0589246		
Total	143	747.3043306			

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.

Anexo 10. Análisis de varianza para la variable altura (cm) en el ensayo de procedencias de *Pinus johannis* en Mesa de las Tablas, Sierra de Arteaga, Coah., al segundo 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	32.18926250	16.09463125	0.44	0.6633
BL * PRO	6	219.4843542	36.5807257	2.85	0.0120
Error	132	1691.940258	12.817729		
Total	143	2161.976094			

Anexo 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 (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	9.14	0.0151
BL * PRO	6	32.01388889	5.33564815	0.90	0.4948
Error	132	779.8333333	5.9078283		
Total	143	919.7500000			

Anexo 12. Comparación de medias Tukey ($\alpha=0.05$) 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 (octubre 2004).

Variable	Media	Agrupación Tukey ($\alpha=0.05$)	Procedencia
Número de ramas	7.8750	a	La Laguna
	7.5208	a	La Encantada
	5.9792	b	Salaverna

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.