

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Condición de Salud de un Ensayo de Cinco Procedencias de
Pinus greggii Engelm. en Los Lirios, Arteaga, Coahuila

Por:

BAT SHAMÁYIM BECERRIL ROJAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2017

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Condición de Salud de un Ensayo de Cinco Procedencias de
Pinus greggii Engelm. en Los Lirios, Arteaga, Coahuila

Por:

BAT SHAMÁYIM BECERRIL ROJAS

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de

INGENIERO FORESTAL

Aprobada por el Comité de Asesoría:



DEPARTAMENTO FORESTAL

M.C. Jorge David Flores Flores
Asesor Principal

M.C. Salvador Valencia Manzo
Coasesor

M.C. José Armando Nájera Castro
Coasesor

Dr. Gabriel Gallegos Morales
Coordinador de la División de Agronomía



Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2017

DEDICATORIA

A MIS PADRES:

Lucio Becerril Rodríguez

María de la Paz Rojas Rosas

Por su apoyo en todo momento, sus consejos, sus valores, y por la motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero sobre todo, por su amor.

A MIS HERMANOS:

David y Hayil

Que me han apoyado cuando lo he necesitado a lo largo de mi carrera y de mi vida.

A MIS AMIGOS:

Jorge Osvaldo Leija Martínez, por su apoyo incondicional, sus consejos y la gran amistad que me ofreció cuando más lo necesitaba.

Rosalba F. Cruz Bautista, por su amistad que me brindó desde que nos conocimos y que perdura hasta hoy.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer al Eterno mi Dios por permitirme culminar una parte importante de mi vida, por darme la fuerza en los momentos de debilidad, valentía y perseverancia de alcanzar uno de mis sueños, por brindarme una vida llena de aprendizajes, experiencias, felicidad y amor.

A mi “Alma Mater” Universidad Autónoma Agraria “Antonio Narro” que me abrió sus puertas para darme la oportunidad de ser uno más de sus profesionistas.

A los miembros del comité evaluador, M.C Jorge David Flores Flores, al M.C. Salvador Valencia Manzo y al M.C. José Armando Nájera Castro, por el valioso tiempo dedicado, consejos y paciencia que me dedicaron para que esto fuera posible.

A todos los maestros de la especialidad forestal y todos aquellos que contribuyeron a mi formación profesional.

A mis compañeros y amigos que estuvieron conmigo a lo largo de mi carrera y de mi vida.

ÍNDICE DE CONTENIDO

	Página
ÍNDICE DE CUADROS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
I INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivo e hipótesis.....	2
II REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Condición de salud.....	3
2.1.1 Evaluación de condición de salud en arbolado.....	3
2.2 Estudios de procedencia	5
2.2.1 Evaluaciones en estudios de procedencias de <i>P. greggii</i>	6
2.3 <i>Pinus greggii</i> Engelm.	7
2.3.1 Descripción botánica	7
2.3.2 Importancia.....	8
2.3.3 Condiciones ecológicas	8
2.3.4 Plagas.....	9
2.3.5 Enfermedades	11
III MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Descripción del área de estudio	13
3.2 Antecedentes del CAESA	14
3.3 Descripción de la plantación	14
3.4 Evaluación.....	15
3.5 Diseño experimental.....	16

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN	19
4.1 Sobrevivencia.....	19
4.2 Condición de Salud	20
4.3 Daños encontrados	22
V CONCLUSIONES	26
VI LITERATURA CITADA	27
APÉNDICE	32

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1. Coordenadas geográficas de origen de las cinco procedencias de <i>Pinus greggii</i> Engelm. plantadas en el CAESA	14
Cuadro 2. Supervivencia de cinco procedencias de una plantación de <i>Pinus greggii</i> Engelm. en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.....	19
Cuadro 3. Plantas y porcentaje de daños que afectaron a la plantación de cinco procedencias en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.	23

ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Plantación del ensayo de cinco procedencias de <i>Pinus greggii</i> Engelm. en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.....	13
Figura 2. Formato de campo para el registro de las plagas y daños encontrados en las procedencias de <i>Pinus greggii</i> Engelm. plantadas en el CAESA.....	18
Figura 3. Condición de salud en porcentaje para las cinco procedencias de <i>Pinus greggii</i> Engelm. establecidas en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila	21
Figura 4. Daños encontrados: a) Ondulamiento, b) Bifurcamiento, c) Amarillamiento de follaje, d) malformación múltiple tipo escoba de bruja, e) Conos dañados por carpófagos, f) acamado, g) golpe mecánico por podadora, h) Roya en fuste.....	24

RESUMEN

Los estudios de sanidad de las plantas en las investigaciones sobre ensayos de procedencias, son de importancia porque permiten seleccionar las plantas más idóneas para ser utilizadas en un futuro en plantaciones comerciales. El objetivo del estudio fue determinar la condición de salud de un ensayo de cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm. La plantación establecida en 2005 se localiza en Los Lirios, Arteaga, Coahuila. Para evaluar la condición de salud se utilizó la metodología propuesta por Torres y Magaña (2001) y FAO (2008), donde la condición de salud de las plantas se diagnostica mediante la evidencia de plagas presentes y síntomas de daños ocasionados por diversos factores bióticos y abióticos. Se utilizó una clasificación numérica donde 0 fue daño no visible, 1 daño poco visible y 2 daño muy visible. Para calificar la condición de salud se utilizó la escala tipo Likert de planta Muy Saludable, Saludable, Regular, Malo y Desaparecido. Los valores promedio de sobrevivencia y condición de salud fueron de 81 % y estado saludable, respectivamente, sin diferencias estadísticas entre procedencias en cada variable. A nivel general, el 31.3 % de las plantas se encuentra en condición muy saludable, el 48.3 % en saludable, el 15.4 % en regular y el 5 % en malo. Los daños que se presentaron con más frecuencia fueron: el ondulamiento del fuste, la presencia de barrenadores de yemas y brotes, amarillamiento del follaje, bifurcaciones, presencia de conos colapsados e hipertrofiados, árboles despuntados y algunos árboles acamados.

Palabras clave: condición de salud, *Pinus greggii*, sanidad, daños, evaluación.

ABSTRACT

Plant health studies in provenance testing are important because they allow the selection of the most suitable plants to be used in future commercial plantations. The objective of the study was to determine the health status of a trial of five provenances of *Pinus greggii* Engelm. The plantation established in 2005 is located in Los Lirios, Arteaga, Coahuila. To evaluate the health condition, the methodology proposed by Torres and Magaña (2001) and FAO (2008) were used, where the health condition of the plants is diagnosed by evidence of present pests and symptoms of damage caused by various both biotic and abiotic factors. A numerical classification was used where 0 was not visible damage, 1 little visible damage and 2 very visible damage. To qualify the health condition was used scale type Likert of Very Healthy, Healthy, Regular, Bad and Missing plant. The mean values of survival and health condition were 81% and healthy condition, respectively, with no statistical differences between provenances in each variable. At the general level, 31.3% of the plants are in a very healthy condition, 48.3% healthy, 15.4% regular and 5% bad. The most frequent damages were: the rippling of the shaft, the presence of borer buds and shoots, yellowing of the foliage, bifurcations, presence of collapsed and hypertrophied cones, trees without apical tip and some bedridden trees.

Key words: health condition, *Pinus greggii*, health, damage, evaluation.

I INTRODUCCIÓN

Pinus greggii Engelm. es una especie nativa con potencial para ser utilizada para la reforestación de las áreas semiáridas del país dado que se ha encontrado que es resistente a la sequía, plagas y a condiciones edáficas poco fértiles, por lo cual es de importancia ecológica y económica para las poblaciones humanas, ya que ésta la aprovechan en la obtención de madera para la industria del aserrío, para postes de cercas y leña. Esta especie se ha seleccionado para establecer plantaciones con la finalidad de recuperación de suelos degradados y de realizar estudios de procedencias, por sus altas tasas de crecimiento en altura y diámetro que ha demostrado, es resistente a plagas y tiene potencial para adaptarse en zonas marginales de México en donde otras especies no logran adaptarse (Morante *et al.*, 2005).

Los estudios de procedencia son una estrategia de la actividad del mejoramiento genético que permiten seleccionar las mejores procedencias mediante una evaluación a mediano y largo plazo, dicha evaluación puede ser en su desarrollo dasométrico, condición de salud y calidad de semilla, por lo que sus resultados tienden a ser utilizados para la producción de planta y realizar plantaciones comerciales que impliquen diferentes fines, tal como se ha realizado en otras áreas forestales del país (Callaham, 1964).

De acuerdo con la FAO (2008), la condición de salud de una planta se refiere al estudio de todos los factores (bióticos y abióticos) que afectan su vigor y su productividad manifestados por diferentes síntomas y tipos de daño. La salud de un árbol puede expresarse cualitativamente mediante la descripción de los síntomas o daños, o cuantitativamente mediante evaluaciones de la condición de la copa. Además, Torres y Magaña (2001) describen que un árbol saludable tiene un desarrollo libre plagas y enfermedades, con fuste limpio y recto, follaje abundante sin clorosis, yemas y brotes saludables, que su desarrollo dasométrico sea notable y que los conos y semillas que produzcan sean de excelente calidad.

De estos autores se consideraron algunas categorías para evaluar los síntomas de buena o mala salud que presentaban las diferentes procedencias de *P. greggii*, investigación establecida en el 2005, en el Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga (CAESA), en los Lirios, Coahuila.

Es importante señalar que este tipo de evaluaciones son escasas y aisladas en el país por lo que cobra mayor importancia este trabajo ya que asegura el uso de semilla seleccionada para la producción de árboles a nivel de vivero e invernadero para los programas de reforestación que se utilizan con esta especie en el país (Torres y Magaña, 2001).

Cabe destacar que las plantaciones forestales muchas veces no tienen éxito por falta de manejo adecuado, como la aplicación de riegos oportunos, fertilización, control de plagas, falta de inspección fitosanitaria y evaluación de variables de carácter dasométrico, además del impacto de factores climáticos adversos.

Ante tal situación, se planteó el siguiente trabajo con los propósitos siguientes:

1.1 Objetivo e hipótesis

El objetivo del estudio fue determinar la condición de salud de un ensayo de cinco procedencias de *Pinus greggii* en el Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga, en Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Las hipótesis propuestas fueron:

Ho: Todas las procedencias utilizadas en el estudio tienen la misma condición de salud.

Ha: Al menos una procedencia utilizada en el estudio tiene diferente condición de salud.

II REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Condición de salud

La salud forestal se define como el equilibrio de múltiples interacciones entre los factores bióticos y abióticos de un ecosistema. Es importante lograr este equilibrio no solamente el aprovechamiento actual de estos recursos, sino la permanencia de ellos a largo plazo (González, 1997).

Según la FAO (2008), la salud de un árbol puede expresarse cualitativamente mediante la descripción de los síntomas o daños, o cuantitativamente mediante evaluaciones de la condición de la copa. De esta forma se puede referir a la condición de salud de una planta como el estudio de todos los factores (bióticos y abióticos) que afectan su vigor y su productividad manifestados por diferentes síntomas y tipos de daño. Además, Torres y Magaña (2001) describen que un árbol saludable tiene un desarrollo libre plagas y enfermedades, con fuste limpio y recto, follaje abundante sin clorosis, yemas y brotes saludables, que su desarrollo dasométrico sea notable y que los conos y semillas que produzcan sean de excelente calidad.

2.1.1 Evaluación de condición de salud en arbolado

Son escasas las evaluaciones de sanidad en estudios de procedencia de *P. greggii*, aunque ésta especie sea muy utilizada para estos fines, sin embargo, si hay evaluaciones de sanidad en arbolado y plantaciones con diferentes objetivos y con otro tipo de especies, algunos de ellos se muestran a continuación:

Calderón *et al.* (2008), realizaron un estudio en la provincia de Mendoza, ubicada en el Centro-Oeste de la República Argentina donde evaluó 5 procedencias y familias de *Pinus nigra* de 17 años. Las variables evaluadas fueron de diámetro altura de pecho (DAP), altura total, fallas producidas y el estado sanitario. Todas las procedencias presentan un buen estado sanitario, no registrándose hasta la fecha plagas o enfermedades que hayan afectado el desarrollo del ensayo.

Sánchez y Murillo (2004), revisaron y adaptaron un sistema de muestreo por bancales de plántulas de ciprés (*Cupressus lusitanica*) en las instalaciones del vivero Forestal del Instituto Tecnológico de Costa Rica en Cartago. En total evaluaron 7190 plántulas durante un periodo de 4 meses. Las variables cualitativas que evaluaron para cada plántula muestreada fueron: bifurcación, torceduras severas en el tallo, pérdida del meristemo principal, presencia de malas hierbas, posición sociológica, daños mecánicos, el estado fitosanitario, mala calidad de raíces y calidad de la plántula. Mientras que las cuantitativas fueron el diámetro y la altura.

Muñoz *et al.* (2011) realizaron una evaluación del desarrollo en altura, diámetro, supervivencia y el estado fitosanitario de una plantación de 11 años de *Pinus pseudostrobus* Lindl. Y *P. greggii*, en San Lorenzo, municipio de Uruapan, Michoacán. Cabe destacar que *P. pseudostrobus* es una especie nativa y bien adaptada a las condiciones ecológicas de la región, mientras que *P. greggii*, fue una especie introducida.

Altamirano (2011) realizó un inventario de todo el arbolado urbano de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Evaluó la condición de salud (Excelente, Buena, Regular, Mala, Pésima), el tipo de problema que padece (daños físicos, daños por insectos, enfermedades, daños por el hombre), recomendaciones para su mejora, y el daño que está causando el arbolado a las instalaciones.

Chávez (2010) realizó una evaluación de la mortandad mediante una cuantificación en forma de censo, además, evaluó la condición de salud por árbol en dos plantaciones en el CAESA de *P. greggii* que fueron identificadas como plantación "A" y plantación "B", para lo cual se establecieron cinco categorías de daños: arboles sanos, arboles con síntomas en grado 1, grado 2, grado 3 y los árboles muertos.

Domínguez (2003) realizó una investigación para evaluar los daños realizados por el barrenador de brotes *Retinia arizonensis* Miller, en una plantación de *Pinus cembroides* Zucc. en el Ejido Carneros, Saltillo, Coahuila. Cuantificó el número de brotes afectados, como el brote apical, nueve brotes al azar de la parte media, del tercio superior de la copa tomó en cuenta seis brotes laterales. Cada parte recibió su

valor por el número de brotes afectados, dándole valor de cero cuando ninguno fue dañado. Con la información anterior realizó la clasificación de condición de salud del arbolado. El grado de salud lo clasificó en Sano (árboles con valor de 0), Regular (árboles de valor mayor a 1 y menor de 2), Malo (árboles de valor mayor de 2 pero menor de 3) y Severa (árboles de valor mayor de 3, muertos en pie y desaparecidos).

2.2 Estudios de procedencia

El mejoramiento genético forestal es una herramienta adicional de la silvicultura, que estudia el tipo y consitución genética de los árboles utilizados en las operaciones forestales. En términos generales, la máxima producción no se logra a menos que se empleen buenas prácticas de manejo forestal junto con las plantas mejoradas. El proceso de selección se utiliza para elegir a aquellos individuos con cualidades deseadas para servir de progenitores en la siguiente generación aunque, principalmente se utiliza para mejorar características económicamente importantes (Zobel y Talbert, 1988).

Los ensayos de procedencias son un método de selección, las cuales implican la selección de árbles progenitores con base en el rendimiento de su progenie, tomando en cuenta el objetivo del mejoramiento genético forestal que debe ser lograr el máximo nivel de ganancia por unidad de tiempo o para lo que fue diseñado el estudio (Zobel y Talbert, 1988).

La procedencia se refiere a la población de un grupo de árboles que crecen en un deerminado lugar de origen, por lo tanto, en un ensayo de procedencias se prueban varias fuentes de semillas de una especie de interés, y así seleccionar a aquellos árboles bien adaptados o productivos que muestran un comportamiento óptimo de un ambiente extraño al suyo. Además, nos permite conocer la variabilidad que hay dentro de la especie y observar las reacciones de poblaciones que han sido desplazadas a un ambiente diferente al suyo (Langlet, 1962; Callaham, 1964; Zobel y Talbert 1988 y Pedersen *et al.*, 1993).

2.2.1 Evaluaciones en estudios de procedencias de *P. greggii*

Se han realizado numerosos estudios relacionados con el *P. greggii*, así también en estudios de procedencias, algunos ejemplos se muestran a continuación:

Domínguez *et al.* (2001) evaluaron la adaptación y rendimiento de una plantación de pinos regionales (*Pinus pseudostrobus* Lind., *P. greggii* Engelm y *P. cembroides* Zucc.) y dos introducidos (*P. halepensis* Mill. Y *P. brutia* Ten.) con el fin de rehabilitar sitios degradados por agricultura y pastoreo de la Sierra Madre Oriental en el municipio de Iturbide, N.L. Las variables medidas fueron sobrevivencia, altura, diámetro y volumen, con una edad de nueve años de establecida.

Gutiérrez *et al.* (2012) evaluaron una prueba de procedencias y progenies de *P. greggii* establecida en el ejido Cerro de León, municipio de Villa Aldama, Veracruz a dos años de su establecimiento. Se realizaron mediciones de altura y diámetro de las plantas así como su sobrevivencia.

López-Ayala *et al.* (2000) evaluaron un ensayo de procedencias y progenies de *P. greggii* establecida en Patoltecoya, Puebla, a 33 meses de edad. Evaluaron la supervivencia, altura, diámetro basal, número y longitud de ciclos de crecimiento, con el fin de evaluar la variación intraespecífica en crecimiento y adaptación de los árboles.

Rodríguez-Laguna *et al.* (2009), con la finalidad de conocer la protección al suelo que brindan las copas de los árboles en un ensayo de procedencias de *P. greggii* a 4.5 años de plantados en el Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León, midieron supervivencia, altura y características de la copa; también calcularon el área de proyección de copa, área de intercepción lumínica y porcentaje de copa. variación total en el área de proyección de copa y en el diámetro de copa.

Godínez (2005) elaboró una evaluación de ensayos de procedencias y progenies de *P. greggii* en el ejido 18 de Marzo, Galeana, N.L., a cuatro años cinco meses de

plantado, con el objetivo de determinar si existen o no diferencias en supervivencia, altura, diámetro basal y número de verticilos entre procedencias y entre familias.

Mendoza (2006) realizó un estudio con el propósito de conocer diferencias entre cinco procedencias de *P. greggii* de la Sierra de Arteaga, Coahuila, evaluó en vivero las variables emergencia, supervivencia, número de hojas cotiledonares, altura de hipocótilo y altura total a los tres y nueve meses de edad. El experimento se estableció en el invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. La siembra se realizó el 16 y 17 de septiembre de 2004.

Osorio (2016) evaluó un ensayo de cinco procedencias de *P. greggii* en Arteaga, Coahuila con el propósito de conocer la sobrevivencia, crecimiento y estructura de copa.

Velasco-Velasco *et al.* (2012) evaluaron un ensayo de 13 procedencias de *P. greggii* en dos plantaciones de siete años de edad establecidas en 1997 en Tlacotepec Plumas y Magdalena Zahuatlán en la Mixteca de Oaxaca. Sus variables que midieron fueron el diámetro y altura, y así calculó incremento medio anual (IMA) de cada procedencia.

2.3 *Pinus greggii* Engelm.

2.3.1 Descripción botánica

Árbol de 10 a 25 m de alto y de hasta 40 cm de diámetro, de tronco recto, y copa amplia e irregularmente redonda. Cuando el árbol se encuentra en su etapa juvenil tiene la corteza lisa y café grisácea mientras que los adultos presentan la corteza de la parte inferior del tronco áspera, gruesa, café grisácea, con fisuras longitudinales en largas placas escamosas. En la parte superior del tronco, la corteza es café grisácea y lisa. Los conos son ligeramente curvados de forma cónica, de color ocre de 6 a 12 cm de largo, pudiendo llegar hasta 15 cm; de tres a cinco cm de ancho cuando están cerrados. Agrupados por pares de tres a ocho algunos más, con escamas duras y fuertes; en pedúnculos cortos, firmes y tenaces, son sésiles, persistentes y serótinios (Perry, 1991; Martínez, 1992; Farjon y Styles, 1997).

2.3.2 Importancia

Representa una buena alternativa para la reforestación en sitios degradados para recuperar suelos erosionados, debido a su buena adaptación, resistencia a sequías, a plagas, enfermedades y a temperaturas extremas. En el corto plazo se puede aprovechar para árboles de navidad y a mediano plazo con propósitos maderables debido a sus altos incrementos en diámetro y altura (Domínguez *et al.*, 2001). Además de estas distinciones, *P. greggii* tiene una gran variabilidad que le permite la replicación de progenie con gran variación la cual manejada adecuadamente otorgará la posibilidad de considerar programas eficientes de uso y conservación (Morante *et al.*, 2005).

En México, es la cuarta especie de pino en términos de importancia en plantaciones del Programa Nacional de Reforestación (Ramírez-Herrera *et al.*, 2005).

Las comunidades utilizan la madera de ésta principalmente en la industria del aserrío y de la celulosa, se utiliza además para combustible, muebles, durmientes, pilotes, vigas, postes para cerca, mangos de herramientas y artículos deportivos. Es recomendable plantar *P. greggii* en jardines y parques, ya que es una especie ornamental (Martínez, 1994).

2.3.3 Condiciones ecológicas

De acuerdo con Eguiluz (1982), *P. greggii* es una especie endémica de México, se distribuye en poblaciones aisladas a lo largo de la Sierra Madre Oriental del Centro y Norte de México, en zonas semiáridas y a veces semitropicales, entre los paralelos 20°00' a 25°40' de latitud Norte y meridianos 97°40' a 101°20' de longitud Oeste. Se desarrolla generalmente en un clima subtropical con precipitación variable de 500 a 2,900 mm, con temperatura media anual de 16.8° C, con extremas máximas de 45° C y mínimas de -9° C. Habita en suelos someros de textura migajón arcilloso, sin pedregosidad aparente, bien drenados y normalmente pobres en materia orgánica.

2.3.4 Plagas

Cibrián *et al.* (1995) describen plagas los cuales atacan al *P. greggii* que se alimentan de diferentes partes del árbol, de las cuales destacan las siguientes:

Insectos que se alimentan de conos y semillas:

Leptoglossus occidentalis Heidemann (Hemiptera: Coreidae)

El daño lo realizan ninfas y adultos al insertar su pico a través de las escamas de los conos hasta las semillas en desarrollo para alimentarse de ellas, removiendo completamente su contenido, debilitando su cubierta la cual se torna color café grisácea y formando una pudrición en los tejidos del cono por la acción de sustancias tóxicas que la chinche inyecta al alimentarse, provocando así su muerte. Esta especie fue reportada por Flores y Díaz (1986) y señalan que ésta solo presenta una generación en el estado de Coahuila.

Insectos que se alimentan de hojas:

Hylesia frigida Schaus (Lepidoptera: Saturniidae)

Las larvas de *H. frigida* consumen follaje de árboles jóvenes y adultos. En los árboles medianos y grandes la defoliación se concentra en las partes bajas y media de la copa, aunque eventualmente defolian la parte superior de la misma. Otro daño que causan estos insectos es de importancia médica, ya que los humanos expuestos a los pelos de los adultos pueden sufrir dermatitis que van de leves a severas. Este tipo de dermatitis recibe el nombre de "Papilionitis" o "Lepidopterismo". Este insecto se controla de manera efectiva por medio de *Bacillusthuringiensis*.

Insectos que se alimentan de yemas y brotes:

Retinia arizonensis Miller (Lepidoptera: Tortricidae)

La palomilla hembra oviposita de 1 a 3 huevecillos en la base de las brácteas aciculares de la parte apical del brote en crecimiento. La larva emerge e inicia su alimentación formando un surco en el cambium a lo largo de la ramilla, la cual muere. Una consecuencia del daño es la deformación de la copa, y en el peor de los

casos cuando afecta el brote principal, ya que esto provoca la bifurcación del árbol. Aunque Cibrían *et al*, (1995) no lo reporta como plaga de *P. greggii*, Domínguez (2003) dice que esta plaga si puede atacar a esta especie.

Insectos chupadores de savia:

Oligonychus ununguis Jacobi (Acari: Tetranychidae)

Estos ácaros presentan varias generaciones por año, los cuales viven en el follaje del año actual. Raspan y consumen las células superficiales de las acículas, para protegerse tienden hilos de seda en una trampa fina. Para completar el ciclo de vida se requieren de dos a tres semanas. Con el aparato bucal lesionan y succionan jugos vegetales, por lo que causan moteaduras, amarillamientos y caída prematura del follaje.

Insectos que se alimentan de madera:

Dendroctonus mexicanus Hopkins (Coleóptera: Curculionidae)

Las larvas se alimentan de del cambium y del floema. La parte infestada en el fute de árboles individuales varía de acuerdo con el tamaño del árbol. En árboles con más de 40 cm de diámetro, es común encontrar las primeras infestaciones a partir de tres metros de altura y las últimas en donde inicia la copa. En cambio, en arboles de diámetro más pequeño, se pueden encontrar infestaciones desde la base del árbol hasta la punta del mismo y aún en el primer metro de las ramas de la copa.

Tiene gran importancia, ya que sus infestaciones contribuyen a la deforestación de regiones completas del centro del país. El impacto que causa en la producción de madera es relevante, ya que con frecuencia obliga a realizar cortas de saneamiento y aprovechamiento de maderas muertas.

Dendroctonus frontalis Zimmermann (Coleóptera: Curculionidae)

Ocasiona muerte del árbol, producido por la introducción de hongos manchadores de la madera. Atacan arboles más susceptibles que fueron dañados por incendios y resinación excesiva, los que se encuentran en sobredensidad, aquellos que se encuentran en sitios de baja productividad y que están en una edad sobremadura.

Dendroctonus valens Le Conte (Coleóptera: Curculionidae)

Estos insectos pertenecientes al orden coleóptera infestan con éxito árboles moribundos o tocones recién formados durante los aprovechamientos maderables. Casi siempre se encuentran en la base del árbol y son menos frecuentes hasta el primer metro de altura, además de que raramente rebasan esa altura. En la parte central de México generalmente presenta dos generaciones al año. Como estos insectos solo atacan a individuos moribundos y sin vida, son de preocupación menor, ya que estos solo forman parte de los insectos descomponedores de la madera en el ambiente.

Monochamus clamator rubiginus Bates (Coleóptera: Cerambycidae)

Se presenta una generación por año. Se alimentan de los brotes tiernos de los pinos. Las hembras introducen su ovipositor y depositan los huevos en el floema, cerca del cambium. Transmiten nematodos xilófagos que se introducen en la madera colonizando los sistemas vasculares, se reproducen con rapidez y contribuyen a la muerte del árbol. Los insectos infestan con éxito árboles suprimidos de menos de 10 cm de diámetro, que mueren como consecuencia del ataque de los insectos y los nematodos. En bosques naturales su importancia es limitada, ya que no logra infestar con éxito árboles con vigor normal.

2.3.5 Enfermedades

Cibrián *et al.* (2007), Martínez (1999) y Torres (2003) detallan la gran diversidad de enfermedades, que, algunas producidas por hongos y otras por virus, atacan a *P. greggii*, afectando el rendimiento, crecimiento y vigor de la planta. Entre las principales enfermedades que reportan son las siguientes:

Tizón por *Dothistroma* en pino (*Dothistroma septosporum*)

Las infecciones se presentan en árboles de todos los tamaños, pero son más evidentes en los jóvenes. Acículas de diferentes edades son afectadas, pero las formadas en el año actual tienen mayor proporción de infección. Manifestándose el hongo en las acículas en forma de un anillo rojo, a partir de ese anillo, se presenta una de coloración café rojiza que avanza en ambos sentidos, quedando siempre un

muñón verde. Provocando que las acículas se decoloren y disminuyan su capacidad fotosintética.

Roya agalladora de conos de pinos (*Cronartium conigenum*)

Hincha los conos de tal forma que ya no produzcan semillas y que ni tampoco abran, afectando su capacidad reproductiva.

Sphaeropsis sapinea

Hongo que ataca a las acículas, defolia las ramas de los pinos, éste ataca principalmente a los pinos que estén debilitados y en malas condiciones.

Fomes annosus

Se propaga por medio de los tocones viejos y raíces, éste hongo debilita al árbol, tira sus acículas y puede caerse con facilidad.

Muérdago enano (*Arceutobium nigrum*)

Introduce sus raíces debajo de la corteza, quitándole los nutrientes que necesita el árbol provocando su debilitamiento, además que está propenso a romperse al individuo por el peso excesivo de muérdago.

La vulnerabilidad a que están sujetas muchas plantaciones forestales a nivel de campo tiene que ver con factores bióticos, abióticos, fertilidad del suelo, y el mismo manejo de la plantación, estos factores pueden realizar diferente tipos de daños con diferente grado de intensidad, desde causar el debilitamiento, su deformación, muerte de partes de partes del árbol hasta la muerte total de la planta. Por lo que es muy conveniente realizar evaluaciones de salud de las pruebas de procedencia para observar el comportamiento de cada una de ellas ante dichos factores (Torres y Magaña, 2001).

III MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El ensayo de procedencias de *P. greggii* se estableció en 2005 en el Campo Agrícola Experimental Sierra de Arteaga (CAESA) de la UAAAN, en Arteaga, Coahuila (Figura 1). El cual se encuentra a 42 km de la ciudad de Saltillo, por la carretera 57 (tramo Saltillo-Matehuala) en El Ejido Los Lirios municipio de Arteaga, Coahuila, mismo que se ubica en las coordenadas geográficas 25°23' 30" de latitud norte y 100° 37" de longitud oeste (INEGI, 2000).

El clima que predomina en esta región es Cb(X')(Wo)(e)g (García, 1987), correspondiente a un clima templado con verano fresco y largo, temperatura media anual de 14.8 °C, la temperatura media del mes más frío es de 9.7 °C y del mes más caliente de 19.7 °C, siendo los meses de mayo a julio con temperaturas más altas y las más bajas de diciembre a febrero; la precipitación media anual es de 521.2 mm; los meses de mayor precipitación son de junio a septiembre y los más secos son diciembre y enero (CONAGUA, 2001).



Figura 1. Plantación del ensayo de cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

3.2 Antecedentes del CAESA

En 1983 el Gobierno del Estado de Coahuila, al analizar la necesidad de realizar trabajos de investigación y desarrollo, donó a la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, un predio con una superficie de 35.9 ha. Considerando el agua como factor más limitante se establecieron frutales bajo condiciones de temporal como el cultivo del manzano, además prosperan otro tipo de frutales como el ciruelo, durazno, chabacano o cultivos anuales como el maíz, papa, cilantro, repollo, cebolla y ornamentales, como las rosas en invernadero entre otros (UAAAN, 2011). Cabe destacar que se han realizado plantaciones forestales con fines de investigación científica y con proyección a cumplir objetivos de servicios ambientales, otro uso es para apoyar prácticas de docencia de los diferentes cursos de las carreras de Ingeniero Forestal, Ingeniero en Producción e Ingeniero en Horticultura.

3.3 Descripción de la plantación

La plantación de *P.greggii* es un ensayo de procedencias con un diseño experimental de bloques completos al azar, cuenta con cinco procedencias distribuidas en 13 bloques con 14 plantas por parcela.

Las procedencias que fueron evaluadas son una de Nuevo León y cuatro de Coahuila (Cuadro 1), previamente cultivadas a nivel de invernadero en septiembre de 2004 en el invernadero del Departamento Forestal de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro siendo que la plantación a nivel de campo fue realizada el 5 de agosto de 2005.

Cuadro 1. Coordenadas geográficas de origen de las cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm. plantadas en el CAESA

Procedencia	Latitud Norte	Longitud Oeste	Altitud (msnm)
Los Lirios, Coah.	25° 22'	100° 30'	2600
Santa Anita, Coah.	25° 27'	100° 34'	2560
Jamé, Coah.	25° 21'	100° 35'	2552
El Tarillal, N. L.	25° 26'	100° 29'	2500
Puerto Conejos, Coah.	25° 29'	100° 35'	2500

Fuente: Curiel, 2005.

3.4 Evaluación

Las variables que se evaluaron para determinar el grado de afectación de plagas y daños de cada árbol fueron:

- a. Presencia de plagas y enfermedades que afecten el follaje, el fuste, la yema apical, los conos, así como defoliadores, barrenadores, descortezadores, barrenadores de yemas y brotes, carpófagos y roedores.
- b. Síntomas de daño por factores bióticos y abióticos como acamado de la planta, despuntado, ondulado, bifurcado, amarillento, ramas muertas, fuste dañado, rayado, con follaje defoliado, daño mecánico y conos dañados.

A cada una de estas variables se le determinó un valor de acuerdo a la severidad del ataque de plaga o daño visto, de acuerdo a la categoría siguiente:

Cero (0) como no visible, uno (1) cuando es notorio hasta un 50%, y dos (2) cuando es más del 50% visible de los síntomas en el árbol. Ésta metodología fue descrita por Torres y Magaña (2001) y FAO (2008), la cual fue modificada para la realización del presente estudio.

Para determinar la condición de salud para cada árbol, se realizó el conteo total de los daños de cada árbol, asignándole así una condición de salud, clasificándose en:

- Muy saludable, donde los valores de daños y plagas son de 0
- Saludable, donde los valores de daños y plagas son de 1 a 3
- Regular, donde los valores de daños y plagas son de 4 a 6
- Malo, los valores de daños y plagas son de igual o mayor a 7
- Desaparecido, cuando el árbol está ausente

Cabe destacar que no siempre se respetaba esta regla, ya que algunos individuos recibían una calificación de Malo debido al daño severo que presentaban en una o dos variables.

Esta valoración de condición de salud está basada en el escalamiento tipo Likert, (Torres y Magaña, 2001 y Hernández *et al.*, 2006) en donde ésta escala consiste en otorgar un conjunto de categorías presentados en forma de afirmaciones o juicios.

De las cuales, cada condición de salud recibe una puntuación: Muy saludable, 5; Saludable, 4; Regular, 3; Malo, 2 y Desaparecido, 1.

Se evaluaron todas las plantas de la plantación. Las variables evaluadas se registraron en un formato que permitió ordenar toda la información de las variables observadas de cada procedencia (Figura 2).

La evaluación de toda la plantación en campo se realizó en tres fechas, la primera tuvo lugar el 15 de octubre de 2015, la segunda el 7 de diciembre de 2015, y la tercera el 15 de junio de 2016.

Con los datos obtenidos se corrieron análisis de varianza, pruebas de rango múltiple de medias y correlaciones de las procedencias contra los grados de infestación.

3.5 Diseño experimental

De acuerdo al diseño experimental de bloques completos al azar, el modelo estadístico que se utilizó es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + P_i + \beta_j + E_{ij}$$

Donde:

Y_{ij} = Observación de la i -ésima procedencia dentro del j -ésimo bloque

μ = Media general del experimento

P_i = Efecto de la i -ésima procedencia

β_j = Efecto del j -ésimo bloque

E_{ij} = Efecto de la Unidad Experimental sujeta a i -ésima procedencia y el j -ésimo bloque.

Para los análisis estadísticos se utilizó el programa estadístico de SAS (Statistical Analysis System) versión 9.0, en donde se utilizó el procedimiento ANOVA para realizar los análisis de varianza de la sobrevivencia y la condición de salud.

En caso de encontrar diferencias estadísticas entre procedencias en los análisis de varianza, se realiza la prueba de Tukey de separación de medias con un alfa de 0.05.

Además, se realizaron correlaciones entre las variables de los daños encontrados, para así determinar si existe relación alguna entre ellas.

Bloque	Planta	Columna 1	Plagas (0=No visible, 1=poco visible, 2=muy visible)						Otra	Síntomas (0=No visible, 1=poco visible, 2=muy visible)								Condicion de Salud									
			Defoliador	Barrenador	Descortezador	Barrenador de Yemas y brotes	Carpofagos	Roedores		Acamado	Despuntado	Ondulado	Bifurcado	Amarillento	Ram. Muer	Fuste dañado	Rayado	Defoliado	Daño Mecánico	Conos Dañados	Otros problemas	Muy Saludable	Saludable	Regular	Malo	Desaparecido	
																						5	4	3	2	1	
1	1	T275																									
	2	T375																									
2	1	J25																									
	2	J25																									
3	1	S10																									
	2	S10																									
4	1	C4																									
	2	C4																									
5	1	S3																									
	2	S3																									
6	1	T275																									
	2	T275																									
7	1	L7																									
	2	L7																									
8	1	S18																									
	2	S18																									
9	1	T290																									
	2	T290																									
10	1	L2																									
	2	L2																									
11	1	J28																									
	2	J28																									
12	1	C1																									
	2	C1																									
13	1	L5																									
	2	L5																									

Figura 2. Formato de campo para el registro de las plagas y daños encontrados en las procedencias de *Pinus greggii* Engelm. plantadas en el CAESA

IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Supervivencia

El análisis de varianza para la variable supervivencia no reporta diferencias significativas entre las cinco procedencias, además de que presentó un coeficiente de variación del 16.6%, por lo que es estadísticamente confiable. De las 910 plantas establecidas en la plantación, solo se reportaron 741 plantas vivas, por lo cual da una supervivencia promedio general del 81.43%. (Cuadro 2).

Cuadro 2. Supervivencia de cinco procedencias de una plantación de *Pinus greggii* Engelm. en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Procedencia	Total (#)	Vivas (#)	Supervivencia (%)
Santa Anita, Coah.	182	152	83.52
Puerto Conejos, Coah.	182	151	82.97
Los Lirios, Coah.	182	148	81.32
El Tarillal, N.L.	182	146	80.22
Jamé, Coah.	182	144	79.12
Total plantación	910	741	81.43

El valor encontrado de supervivencia (81.4 %) a 11 años de plantado, se puede considerar como una buena supervivencia ya que en un estudio realizado el año anterior en esta misma plantación, se reporta una supervivencia del 84% (Osorio, 2016), pero en dicha evaluación, no se incluyeron los bloques con mayor mortalidad, por lo que prácticamente es la misma supervivencia. En otra plantación de *Pinus greggii* establecida en el mismo campo experimental evaluada a 9 años y 8 meses, la supervivencia obtenida fue del 75.36% (Vela, 2002).

En un ensayo de procedencias de *Pinus greggii* establecido en la Sierra Madre Oriental en el Municipio de Iturbide, Nuevo León, con 9 años se obtuvo una supervivencia del 48% (Domínguez *et al.*, 2001), mientras en un ensayo de procedencias de esta misma especie establecida en el ejido 18 de Marzo, municipio

de Galeana, Nuevo León, la sobrevivencia fue del 71.40% a 10.9 años de establecido (Rodríguez, 2013).

Además, en un ensayo de procedencias y progenies de *Pinus greggii* establecido en dos localidades de la Mixteca Alta de Oaxaca, se reporta una supervivencia promedio de 95 % a 2.5 años de plantado (Valencia *et al.*, 2006), en el Cerro El Potosí se encontró en un ensayo de procedencias de la misma especie a 4.5 años de establecida la plantación una supervivencia de 93 % (Rodríguez-Laguna *et al.*, 2009).

Los resultados obtenidos en este estudio pueden ser de carácter casual, y no por las características de las procedencias ya que las causas de mortalidad se pueden atribuir a que las plantas fueron extraídas del terreno donde fueron establecidas, o por causas de ataques de roedores.

En este mismo campo experimental, existe el antecedente reportado por Chávez (2010) de una mortalidad masiva de una plantación de *P. greggii* de 16 años de edad aproximadamente y las atribuye a ataques de hongos, una posible contaminación ambiental, a la falta de manejo de la plantación, a problemas ambientales como la sequía prolongada que hubo del 2005 al 2009 y a las temperaturas inusuales de la región.

4.2 Condición de Salud

El análisis de varianza para la variable condición de salud, presentó un coeficiente de variación menor del 30 %, lo que hace confiable la interpretación del mismo. Los resultados del análisis muestran que no existe diferencia estadística entre las cinco procedencias. El valor promedio de esta variable fue de cuatro a nivel general, y también el mismo valor prácticamente para todas las procedencias, que corresponde a la condición saludable.

Para describir la condición de salud dentro de cada procedencia, se estimó el porcentaje de plantas en cada condición de salud (Figura 3). Promediando los valores de los porcentajes de cada procedencia se obtuvo la calificación general de

la plantación, resultando el 31.3% de las plantas se encuentra en condición muy saludable, el 48.3 % en saludable, el 15.4 % en regular y el 5 % en malo.

Sumando la condición muy saludable y saludable de todos los individuos de la plantación, se tiene que prácticamente el 80 % se encuentran por arriba de lo regular.

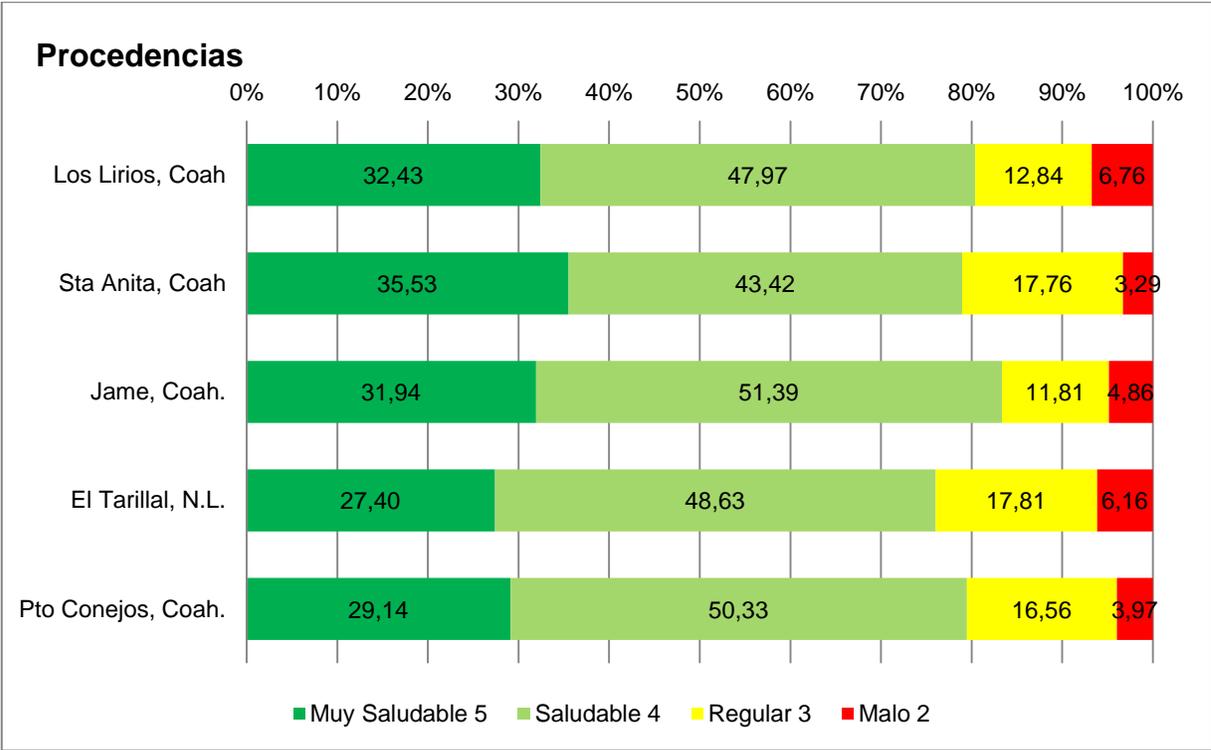


Figura 3. Condición de salud en porcentaje para las cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm. establecidas en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila

Estudios donde se evalúa la salud de los árboles en ensayos de procedencias son escasos, como es en el caso de Calderón *et al.* (2008) que realizó una evaluación en un ensayo de procedencias de *P. nigra*, establecido en Argentina, donde observa el estado fitosanitario y concluyó que no se detectó la presencia de plagas o enfermedades que afecten el normal desarrollo de las mismas.

Otras evaluaciones en plantaciones son las que realizaron Muñoz *et al.* (2011) en la que concluyeron que la plantación de *P. greggii* presentó un estado sano del 95.12%; y Domínguez (2003), que evaluó una plantación de *P. cembroides* con una relación de altura con árboles sanos del 23.33% y de diámetro con árboles saludables el 23.33%.

Mendoza (2006) evaluó a los tres y nueve meses de edad a estas mismas procedencias en el vivero de la UAAAN y concluye que la procedencia el Tarillal fue la mejor en emergencia, en altura de hipocótilo Sta. Anita presentó mayor valor y en Altura el Tarillal presentó mayor tamaño, pero sin evaluar la condición de salud.

4.3 Daños encontrados

Los daños que afectaron a más individuos se expresan en el Cuadro 3, en el cual se puede apreciar que el ondulamiento fue uno de los principales problemas ya que afectó el 40.62% (Figura 4a), seguido por el barrenador de yemas y brotes (39%) el cual causó la bifurcación del arbolado.

El amarillamiento del follaje se presentó en un 29.28% (Figura 4c) y el bifurcamiento en un 17.54% (Figuras 4b y 4d). Las posibles causas del bifurcamiento pueden ser el ataque de *Retinia arizonensis*, de roedores y la presencia de virus que producen malformaciones múltiples tipo escoba de bruja. Además, el amarillamiento puede ser causado por la falta de nutrientes en las plantas, la alta densidad que presenta la plantación lo que las plantas compiten por espacio, luz, agua y nutrientes.

Los otros daños que se presentaron están por debajo del diez por ciento de las afectaciones en la plantación y corresponden a conos dañados, carpófagos (Figura 4e), despuntado, acamado (Figura 4f), golpes mecánicos (Figura 4g) y hongos en el fuste (Figura 4h). Los conos dañados se debieron principalmente al ataque de insectos carpófagos, como *Leptoglossus occidentalis* Heidemann (Hemiptera: Coreidae), *Tétyra bipunctata* Herrich-Schaeffer (hemiptera: Scutelleridae) provocando que éstos se hipertrofien o se colapsen.

Un estudio similar fue el que realizaron Sánchez y Murillo (2004), quienes evaluaron los daños en un vivero con plántulas de *Cupresus lusitanica*, en el cual describe que las torceduras de tallo dañaron el 2.21% de las plantas evaluadas, y en segundo lugar con el 1.87% con plántulas bifurcadas.

Cuadro 3. Plantas y porcentaje de daños que afectaron a la plantación de cinco procedencias en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Daños	No. Plantas	%
Ondulado	301	40.62%
Barrenador de yemas y brotes	289	39.00%
Amarillento	217	29.28%
Bifurcado	130	17.54%
Conos dañados	50	6.75%
Carpófagos	48	6.48%
Despuntado	44	5.94%
Acamado	26	3.51%
Fuste dañado	23	3.10%
Daño mecánico	22	2.97%
Ramas muertas	18	2.43%
Defoliador	14	1.89%
Roedores	14	1.89%
Barrenador	3	0.40%
Descortezador	2	0.27%
Defoliado	2	0.27%
Rayado	1	0.13%

Los resultados de la correlación entre los diferentes tipos de daño, expresan que existe correlación positiva y significativa entre las siguientes variables: ondulamiento con el barrenador de yemas y brotes *Retinia arizonensis* ($r=0.25$), despuntado con bifurcado ($r=0.26$) y acamado con ramas muertas ($r=0.27$). Es entendible que la variable despuntado se relaciona con el bifurcamiento, ya que cuando la yema apical es afectada, las yemas aledañas son las que toman el liderazgo, provocando la bifurcación del árbol.

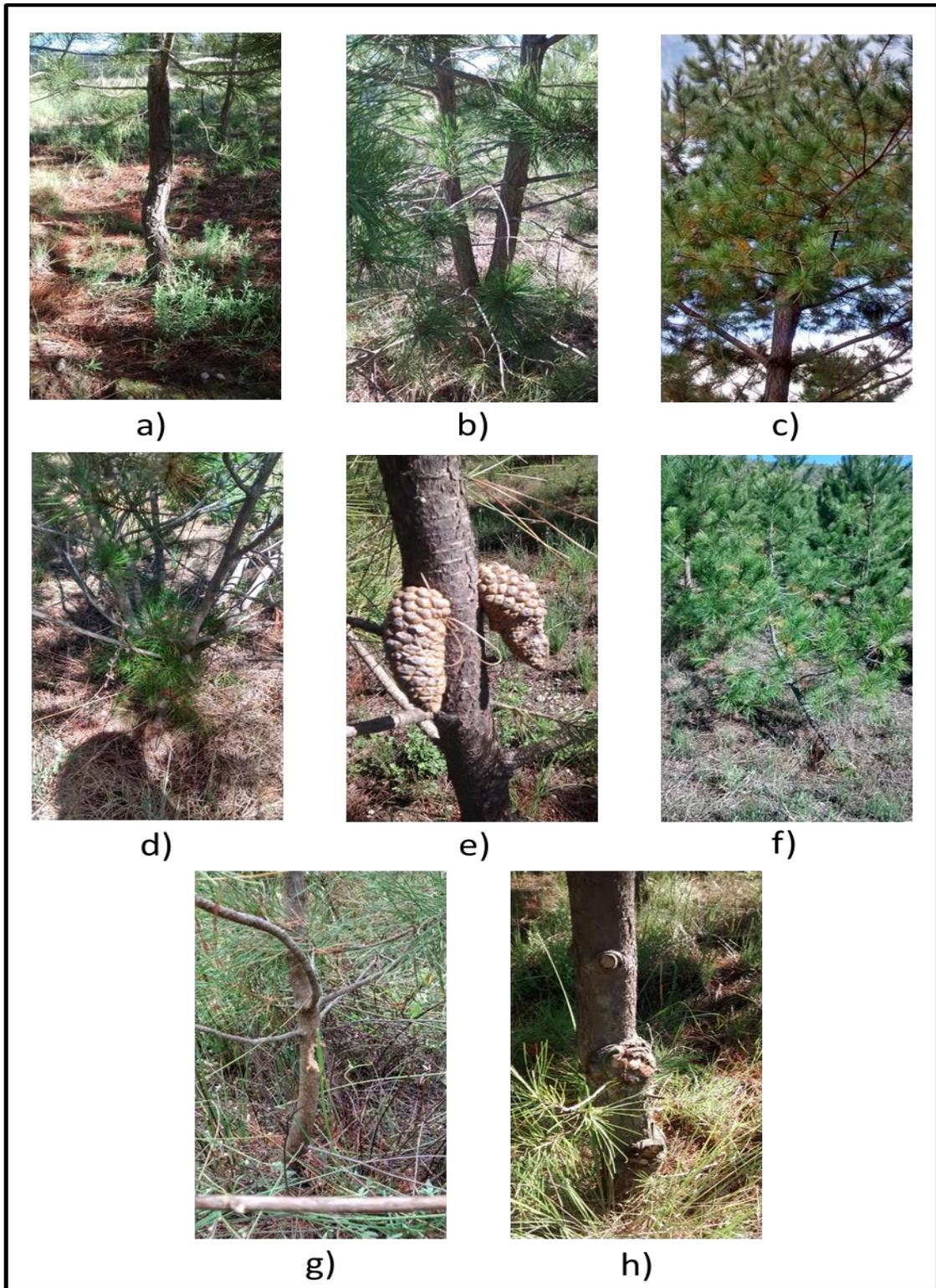


Figura 4. Daños encontrados: a) Ondulamiento, b) Bifurcamiento, c) Amarillamiento de follaje, d) malformación múltiple tipo escoba de bruja, e) Conos dañados por carpófagos, f) acamado, g) golpe mecánico por podadora, h) Roya en fuste.

Las variables que se observaron de daños registrados en su mayoría son de carácter heredable, aunque en los inicios del mejoramiento genético lo que más se buscaba era la mejora de los árboles y cultivos para la resistencia a plagas y enfermedades así como a la sequía y a las temperaturas, sin embargo en la actualidad son muchas aplicaciones de la genética en el campo silvoagropecuario que tienden a buscar las mejores cualidades de los productos comerciales (Zobel y Talbert, 1988).

La lista de mejoras en plantas es infinita, ya que se aplica el mejoramiento para aumentar la producción de frutos, mejorar el color y el tamaño de ellos, así también el sabor, incrementar su altura y diámetro, mejorar la calidad del fruto a nivel nutricional, además que sean resistente a ciertas enfermedades y plagas, y a otros factores adversos del clima (Zobel y Talbert, 1988).

En aspectos forestales se han realizado estas practicas de mejoramiento para aumentar la producción de plantas con el aumento de conos y que su semilla sea mas viable, el fuste limpio, así como lograr un incremento de volumen maderable en menor tiempo y muchos otros aspectos más (Mora, 2006). Así es que, las características de las plantas como el ondulamiento, la bifurcación, la condición de copa, y todas las demás variables observadas son variables que se pueden medir en un estudio de procedencias (Sánchez y Murillo, 2004).

V CONCLUSIONES

Las conclusiones que se tienen de la evaluación de la condición de salud en el ensayo de procedencias de *Pinus greggii* a 11 años de establecido son las siguientes:

1. No existe diferencia significativa entre procedencias para la condición de salud.
2. La condición de salud promedio a nivel general de la plantación fue en estado saludable.
3. A nivel general el 31% de las plantas se encuentra en condición muy saludable, el 48 % en condición saludable, el 15 % en regular y el 5 % en malo.
4. Los daños más frecuentes fueron el ondulamiento (41 %), el barrenador de yemas y brotes (39 %), el amarillamiento del follaje (29 %) y la bifurcación (17 %).
5. Existe una correlación positiva y significativa entre principales tipos de daño, a excepción del amarillamiento.

VI LITERATURA CITADA*

- Alba-Landa, J., H. Cruz-Jiménez, J. E. Mundo Z. y E. Ramírez-García 2009.. Diseño y establecimiento de una prueba de procedencias/progenie de *Pinus greggii* Engelm. Foresta Veracruzana 11(1): 39-42.
- Altamirano, F., J. A. 2011. Características dasonómicas y condición de salud del arbolado existente en el entorno universitario de la UAAAN. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 103 p.
- Calderón, A., D., J. A. Bustamante, N. E. Riu y S. A. Pérez. 2008. Comportamiento de procedencias de *Pinus nigra* bajo riego en Dique Yaucha. Mendoza, Argentina. FCA UN Cuyo. 40 (2): 11-17.
- Callaham, R. Z. 1964. Investigación de procedencias: estudio diversidad genética asociada a la geografía. Unasyuva 18 (2-3): 40-50.
- Chávez, G. G. 2010. Evaluación de la mortalidad de *Pinus greggii* Engelm. en las plantaciones del C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 60 p.
- Cibrián T., D., J. T. Méndez M., R. Campos B., H. O. Yates III y J. Flores L. 1995. Insectos forestales de México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 453 p.
- Cibrián, T., D., D. Alvarado R. y S. E. García D. 2007. Enfermedades forestales en México. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 587 p.
- CONAGUA (Comisión Nacional del Agua). 2001. Dirección local de Coahuila, Precipitación y temperaturas de la estación meteorológica de San Antonio de las Alazanas, Arteaga, Coahuila. Periodo 2000-2005 (Documento inédito).

- Curiel, A. M. 2005. Descripción de 11 poblaciones naturales de *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii* en el sureste de Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila, México. 55 p.
- Domínguez, C., G. 2003. Evaluación del daño causado por *Retinia arizonensis* Miller (Lepidóptera-Tortricidae), en una plantación de *Pinus cembroides* Zucc. en el Ejido Carneros, Saltillo Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, Coahuila. 68 p.
- Domínguez, C., P. A., J. J. Návar Ch., J. A. Loera O. 2001. Comparación del rendimiento de *Pinus* en la reforestación de sitios marginales en Nuevo León. *Madera y Bosques* 7(1):27-35.
- Eguiluz, P., T. 1982. Clima y distribución del género *Pinus* en México. *Ciencia Forestal* 38 (7): 31-44.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura). 2008. Guía ilustrada sobre el estado de salud de los árboles. Reconocimiento e interpretación de síntomas y daños. Edición en español publicada en San Salvador, El Salvador. 49 p.
- Farjon, A. y B.T., Styles. 1997. Flora neotrópica. Monograph 75 *Pinus* (pinaceae). Organization for flora neotropica by The New York Botanical Garden. New York. USA. 291 p.
- Flores, F., J. D. y D. E. Díaz E. 1986. Tabla de vida y factores de mortalidad para conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. bajo condiciones naturales en el sur de Coahuila. *Agraria*. 2 (2): 183-202.
- García, E. 1987. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen, para adaptarla a las condiciones de la República Mexicana. UNAM. México. 245 p.
- Godínez, R., J. 2005. Procedencias y progenies de *Pinus greggii* Engelm., en el Ejido 18 de Marzo, Galeana, N. L. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 41 p.

- González, M., R. E. 1997. Concepto de salud forestal. IX Simposio Nacional sobre Parasitología Forestal. UAAAN, Saltillo, Coahuila. 44 p.
- Gutiérrez, V., M., L. C., Mendizabal-Hernández, J., Alba-Landa, J., Márquez R. y H., Cruz-Jiménez. 2012. Evaluación de una prueba de procedencias/progenie de *Pinus greggii* Engelm. Establecida en Villa Aldama, Veracruz, México. Foresta Veracruzana 14 (2):25-30.
- Hernández, S., R., C. Fernández-Collado y P. Baptista L. 2006. Metodología de la investigación. Editorial Mc Graw Hill. México. 850 p.
- INEGI (Instituto Nacional de Estadística y Geografía). 2000. Carta topográfica G14 C35. San Antonio de las Alazanas. Escala 1:50,000. México.
- Langlet, O. 1962. Ecological variability and taxonomy of forest trees. *In*: Kozlowski, T. T., ed. Tree growth, Ronald Press. New York. pp. 357-369.
- López-Ayala, J. L., J. J., Vargas-Hernández, C. Ramírez-Herrera y J., López-Upton. 2000. Variación intraespecífica en el patrón de crecimiento del brote terminal en *Pinus greggii* Engelm. Chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente. 5(2): 133-140.
- Martínez, C., G. 1999. Estado del conocimiento de *Pinus greggii* Engelm. Tesis profesional. Chapingo Texcoco, Edo de Mexico. 523 p.
- Martínez, M. 1992. Los pinos mexicanos, Tercera edición. Edit. Botas. México. 361 p.
- Martínez, M. 1994. Catálogo de nombres vulgares y científicos de las plantas mexicanas. Fondo de Cultura económica, México. 1247 p.
- Mendoza, S., J. 2006. Ensayo en vivero de cinco procedencias de *Pinus greggii* Engelm. de la Sierra de Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 39 p.

- Mora, F. 2006. Heredabilidad y valor genético (Reml/Blup) en genotipos de un eucalipto tolerante a la sequía, en el norte de Chile. *Ciencia Florestal* 16(2): 145-151.
- Morante, C. J., J. Alba-Landa, L. del C. Mendizábal-Hernandez. 2005. Estudio de conos, semillas y plántulas de *Pinus greggii* Engelm. de una población del estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 7 (2):23-31.
- Muñoz, F., H. J., G. Orozco G., V. M., Coria A., J. J., García S. Y. Y., Muñoz V. y G. Salvador C. 2011. Evaluación de *Pinus pseudostrobus* Lindl. Y *Pinus greggii* Engelm. Con dos densidades de plantación en Michoacán, México. *Foresta Veracruzana* 13 (1): 29-35.
- Osorio, De La C., F. 2016. Crecimiento y Estructura de Copa en un Ensayo de Procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 55 p.
- Pedersen, A. P., K. Olesen y L. Graudal. 1993. Mejoramiento forestal a nivel de especies y procedencias. Humlebaek, Dinamarca. 57-72 p.
- Perry, J. P. 1991. The pines of México and Central America. Timber Press. Portland, Oregon. 231 p.
- Ramírez-Herrera, C., J. J. Vargas-Hernández; J. López-Upton. 2005. Distribución y conservación de las poblaciones naturales de *Pinus greggii*. *Acta Botánica Mexicana* 72: 1-16.
- Rodríguez, L., R., R. Razo Z., S. Valencia M. y J. Meza R. 2013. Características dasométricas de *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. Var. *Greggii* de nueve procedencias en Galeana, Nuevo León. *Revista Mexicana Ciencias Forestales* 4: 116-125.
- Rodríguez-Laguna, R., J. Meza-Rangel, J. Vargas-Hernández y J. Jiménez-Pérez. 2009. Variación en la cobertura de suelo en un ensayo de procedencias de

- Pinus greggii* Engelm. en el cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León. Madera y Bosques 15(1): 47-59.
- Sánchez, S. y O. Murillo. 2004. Desarrollo de un método para controlar la calidad de reproducción de plántulas en viveros forestales: estudio de caso con ciprés (*Cupressus lusitánica*). Agronomía Costarricense 28(2): 95-106.
- Torres, J. 2003. Patología Forestal. Principales enfermedades de nuestras especies forestales. Madrid, España.
- Torres, R. J. M y O. S. Magaña T. 2001. Evaluación de plantaciones forestales. Limusa. México. 472 p.
- UAAAN (Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro). 2011. Campos experimentales. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Saltillo, México. 20 p.
- Valencia, M., S., M. V. Velasco G., M. Gómez C., Ruíz M. y M. A. Capó A. 2006. Ensayo de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. en dos localidades de la mixteca alta de Oaxaca, México. Revista Fitotecnia Mexicana 29: 27-32.
- Vela, M., R. 2002. Sobrevivencia, crecimiento y arquitectura de copa en una progenie de *Pinus greggii* Engelm. en el C.A.E.S.A., Arteaga, Coahuila. Tesis profesional. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 64 p.
- Velasco-Velasco, V. A., J. R. Enríquez-del-Valle, G. Rodríguez-Ortiz, G. V. Campos-Ángeles, M. Gómez-Cárdenas y M. L. García-García. 2012. Evaluación de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. ex Parl. En plantaciones de la Mixteca Oaxaqueña. Rev. Mex. Cien. For. 3(9): 41-50.
- Zobel, B. J. y J. T. Talbert. 1988. Técnicas de mejoramiento genético de árboles forestales. Limusa. México. 539 p.

APÉNDICE

Apéndice 1 Análisis de varianza de la Condición de Salud de las cinco procedencias.

Dependent Variable: csg2

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Value	Pr > F
Model	16	1.52229756	0.09514360	1.11	0.3733
Error	48	4.11587150	0.08574732		
Corrected Total	64	5.63816906			

R-Square	Coeff Var	Root MSE	csg2 Mean
0.269999	7.194905	0.292826	4.069914

Source	DF	Anova SS	Mean Square	F Value	Pr > F
blog	12	1.36227842	0.11352320	1.32	0.2367
proce	4	0.16001914	0.04000478	0.47	0.7599

Tukey's Studentized Range (HSD) Test for csg2

NOTE: This test controls the Type I experimentwise error rate, but it generally has a higher Type II error rate than REGWQ.

Alpha	0.05
Error Degrees of Freedom	48
Error Mean Square	0.085747
Critical Value of Studentized Range	4.00812
Minimum Significant Difference	0.3255

Means with the same letter are not significantly different.

Tukey Grouping	Mean	N	proce
A	4.1324	13	J
A	4.0981	13	S
A	4.0853	13	L
A	4.0463	13	C
A	3.9874	13	T

Apéndice 2. Diseño del estudio de procedencias de *Pinus greggii* Engelm. establecido en el CAESA, Los Lirios, Arteaga, Coahuila.

Bloque	Columna planta	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	1	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	
	2	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	
2	1	J	J	J	J	J	J	J	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	
	2	J	J	J	J	J	J	J	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	
3	1	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J		
	2	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J		
4	1	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J	J	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	
	2	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J	J	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	
5	1	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	L	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J		
	2	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	L	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J		
6	1	T	T	T	T	T	T	T	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	J	J	J	J	J	J	J	S	S	S	S	S	S	
	2	T	T	T	T	T	T	T	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	J	J	J	J	J	J	J	S	S	S	S	S	S	
7	1	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	J	J	J	J	J	J	
	2	L	L	L	L	L	L	L	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	J	J	J	J	J	J		
8	1	S	S	S	S	S	S	S	T	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L		
	2	S	S	S	S	S	S	S	T	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L		
9	1	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	L	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	
	2	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	L	L	L	L	L	L	L	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	
10	1	L	L	L	L	L	L	L	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	J	J	J	J	J	J		
	2	L	L	L	L	L	L	L	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	J	J	J	J	J	J		
11	1	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	L	S	S	S	S	S	S	T	T	T	T	T	T		
	2	J	J	J	J	J	J	J	C	C	C	C	C	C	C	L	L	L	L	L	L	L	S	S	S	S	S	S	T	T	T	T	T	T		
12	1	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	J	J	J	J	J	J	J	L	L	L	L	L	L	
	2	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	T	S	S	S	S	S	S	S	J	J	J	J	J	J	J	L	L	L	L	L	L	
13	1	L	L	L	L	L	L	L	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J		
	2	L	L	L	L	L	L	L	S	S	S	S	S	S	S	C	C	C	C	C	C	C	T	T	T	T	T	T	J	J	J	J	J	J		

■ C = Puerto Conejos
■ S = Santa Anita
■ T = El Tarillal
■ L = Los Lirios
■ J = Jamé