

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO

DIVISIÓN DE AGRONOMÍA

DEPARTAMENTO FORESTAL



Comparación del Potencial y Eficiencia de Semillas de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman con Pináceas

Por:

ELI ABIMAEI PÉREZ PÉREZ

INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL

Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2014

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA
DEPARTAMENTO FORESTAL

Comparación del Potencial y Eficiencia de Semillas de *Pinus culminicola* Andresen et
Beaman con Pináceas

Por:

ELI ABIMAEI PÉREZ PÉREZ

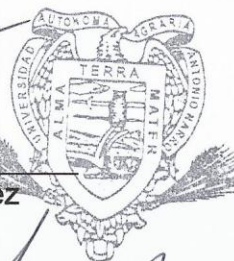
INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVA

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

INGENIERO FORESTAL


Aprobada


Dr. Celestino Flores López
Asesor Principal



DEPARTAMENTO FORESTAL


Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga
Coasesor


Ing. Sergio Braham Sabag
Coasesor


Dr. Leopardo Bañuelos Herrera
Coordinador de la División de Agronomía
Coordinación
División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Octubre de 2014

AGRADECIMIENTOS

A Dios primeramente, por concederme vida y salud, por darme la oportunidad de llegar a esta etapa tan maravillosa de mi vida y proveerme de la fuerza que necesitaba en los momentos más difíciles de mi carrera.

A mi *Alma Mater* Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, por abrirme sus puertas y hacerme sentir parte de esta gran familia universitaria, gracias por darme la oportunidad de formarme profesionalmente.

Al Dr. Celestino Flores López, por compartir sus conocimientos, por todo su tiempo invertido como mi profesor y asesor de este proyecto, pero sobre todo por su valiosa amistad que es el regalo más valioso que una persona puede ofrecer

Al Dr. Miguel Ángel Capó Arteaga e Ing. Sergio Braham Sabag, por su colaboración, participación, disposición y revisión de este trabajo.

A mis Amigos que me acompañaron en el trayecto de esta carrera y que hicieron que esta estancia fuera más agradable con su amistad y compañía: Carlos Pérez Roblero, Oliver Pérez. Oliver Ramírez. Ángel López Sánchez, Julio Cesar Gómez, Migdalia Barrios Guzmán, Delmar Morales Pérez, Abelino Hernández, a mi primo Rigoberto Ortiz Pérez y a todos mis compañeros que de momento no vienen a mi mente pero que fueron parte importante al compartir su tiempo conmigo.

A Génesis Amisadai Santana Bautista, por su cariño, Amor y comprensión. Gracias por el apoyo incondicional, por esas palabras de aliento y por los días de llenos de felicidad que le has brindado a mi vida.

A cada uno de mis cuñados (as) y sobrinos (as), gracias por su amistad y cariño.

DEDICATORIA

A mis padres:

Elvira Pérez Sánchez, al ser la madre más extraordinaria del mundo, por brindarme todo el apoyo que requerí para iniciar y culminar mi carrera, la que siempre me inculca sus buenos y sabios consejos para ser un hombre de bien.

Melquiades Pérez Bravo, Por saber ser un buen padre y gran amigo, demostrándome su valioso e incondicional apoyo en los momentos difíciles, gracias por darme esas palabras de aliento que me impulsaba a seguir adelante y no desfallecer, gracias por saber guiarme con sus sabios consejos y ser un gran ejemplo para mi vida.

A mis hermanos:

Los que siempre estuvieron conmigo en cada uno de los momentos de mi carrera, especialmente a José Agustín Pérez Pérez que me apoyo incondicionalmente, Minerva Pérez Pérez, Eugenia Pérez Pérez, Alonso Pérez Pérez, Justina Pérez Pérez, Magali Pérez Pérez, Nayeli Pérez Pérez y Manuel Briones Pérez. A todos y cada uno de ustedes muchas gracias por su amistad, por esa palabra de aliento y por su granito de arena para que este gran sueño se me hiciera una realidad.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE DE CUADROS	ii
ÍNDICE DE FIGURAS	iii
RESUMEN.....	v
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Objetivo.....	3
2 REVISIÓN DE LITERATURA	4
2.1 Producción de semillas	4
2.2 Importancia de la producción de semillas	5
2.3 Métodos para medir la producción de semillas	6
2.4 Análisis para conos y semillas	7
2.5 Estudios de producción de semillas de pinos piñoneros.....	8
2.6 Descripción taxonómica de <i>Pinus culminicola</i> Andresen et Beaman	10
3 MATERIALES Y MÉTODOS	11
3.1 Descripción del área de estudio.....	11
3.1.1 Geología.....	12
3.1.2 Clima	12
3.2 Selección de árboles para la colecta de conos	12
3.2.1 Secado de conos.....	13
3.3 Extracción de semillas, conteo de escamas y óvulos abortados	13
3.4 Análisis de semillas con rayos X.....	14
3.5 Trabajos comparativos.....	16
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1 Producción de semillas de <i>Pinus culminicola</i>	17
4.1.1 Potencial de semillas.....	18
4.1.2 Eficiencia de semillas	20
5 CONCLUSIÓN.....	29
6 RECOMENDACIÓN	30
7 LITERATURA CITADA	31

ÍNDICE DE CUADROS

	Página
Cuadro 1 Estudios de potencial de semillas de Pináceas.....	9
Cuadro 2 Potencial de semillas en diferentes especies de Pináceas, localidades y años.....	20
Cuadro 3 Eficiencia de semillas en diferentes especies de Pináceas, localidades y años.....	25

Figura 1	Ubicación de la población de <i>Pinus culminicola</i> Andresen et Beaman en el cerro El Potosí Galeana, Nuevo León.....	11
Figura 2	Equipo y muestra para el análisis de rayos X de semillas de <i>Pinus culminicola</i> Andresen et Beaman (Fotografías tomada por Celestino Flores López).....	14
Figura 3	Secuencia en el uso del equipo Faxitron X-ray para la obtención de radiografías de semillas de <i>Pinus culminicola</i> Andresen et Beaman. A) Preparación del equipo y configuración, B) Control de las muestras de semillas, C) Toma de la radiografía. (Fotografía tomada por Celestino Flores López (A y B) y Virginia Rebolledo Camacho (C)).	15
Figura 4	Potencial y pérdida de semillas de 20 árboles evaluados de <i>Pinus culminicola</i> Andresen et Beaman.....	17
Figura 5	Promedio del potencial y pérdida de semillas de la población de <i>Pinus culminicola</i> del cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León.....	18
Figura 6	Radiografía de semillas vanas de <i>Pinus culminicola</i> Andresen et Beaman en diferentes árboles colectados en la población El Potosí Po= población El Potosí A= número de árbol. (Fotografías tomadas por Celestino Flores López).....	22
Figura 7	Comparación de análisis de semillas de <i>Pinus culminicola</i> . A1), A2) = Preparación de semillas para rayos X, del árbol 49 y 10. B1 y B2 = imagen de radiografía de semillas de los arboles 49 y 10. C1 y C2= apertura de semillas del árbol 49 y 10. (S1,	

S2,..)= número del orden de las semillas..... 26

RESUMEN

En el presente estudio se estimó la producción de semillas de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman de la población Cerro El Potosí para el año 2013 y se comparó con diferentes estudios realizados para pináceas.

El muestreo para la colecta de conos fue selectivo y de forma manual en la cual se colectaron 20 árboles y un rango de 7 a 20 conos por árbol. Se realizó un análisis de conos y semillas evaluándose el potencial y eficiencia de semillas, así también se sometieron a pruebas de rayos X obteniendo las radiografías de las semillas con el fin de validar los resultados obtenidos.

Los valores encontrados en este estudio en cuanto al potencial y eficiencia de semillas para la población El Potosí de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman, son bajos y pobres para la colecta 2013 en comparación con otras especies del género *Pinus*. El potencial de semillas fue de 14 semillas promedio, por cono y el porcentaje de eficiencia de semillas para esta especie fue de 0%. Se discuten posibles causas de esta pobre producción de semillas.

Palabras clave: producción de semillas, *Pinus culminicola*, potencial de semillas, eficiencia de semillas.

ABSTRACT

In this study seed production of *Pinus culminicola* Andresen *et* Beaman of the Cerro Potosi population for 2013 was estimated and compared with different studies of Pinaceae.

Sampling for the collection of cones was selective and manually in which 20 trees were collected with the range of 7 to 20 cones per tree. An analysis of cones and seeds was performed where the seeds potential and seed efficiency were evaluated, so they were tested by obtaining X-ray radiographs of the seeds in order to validate the results obtained.

The values found in this study on the potential and efficiency of seed to El Potosí population of *Pinus culminicola* Andresen *et* Beaman are low and poor to the collection of 2013 in comparison with other species of the genus *Pinus*. The potential of seeds was on average 14 seeds by cone and percent efficiency of seeds was 0%. Possible causes of this poor seed production are discussed.

Key words: production of seeds, *Pinus culminicola*, potential of seeds, efficiency of seeds.

1 INTRODUCCIÓN

La proporción de semilla que es requerida para reforestar a la misma velocidad que se deforesta en México, es mucho mayor a la obtenida en la actualidad, esto queda manifestado en la cantidad de planta que se produce contra la que se requiere para reforestar las miles de hectáreas deforestadas en el país, aunado a este problema, está la falta de información biológica relativa a la producción y obtención de semillas, lo que sigue siendo la parte medular en los programas de propagación masiva de plantas (Alba-Landa *et al.*, 1999).

La creciente necesidad de contar con semillas forestales, en cantidad y calidad, suficientes para poder revertir los procesos de deforestación que a nivel mundial se dan, obliga a realizar estudios que nos acerquen al conocimiento productivo de semillas de especies forestales de interés, tanto de regionales como de posibles introducidas, siendo entre otros, los referentes a la producción de semillas, factor fundamental para la estrategia de restauración y conservación de los recursos (Alba-Landa *et al.*, 2001).

La información confiable sobre la calidad de semillas forestales, es de gran importancia para operaciones tales como: la planeación de recolección, procedimientos para el procesamiento, monitoreo de la calidad del producto, comercialización, almacenamiento y siembra. Por lo tanto se necesitan métodos de análisis confiables y estandarizados, para asegurar resultados uniformes y replicables (Poulsen, 1994); debido a ello el análisis del cono es un procedimiento que proporciona la información necesaria para evaluar la producción de semilla y el manejo de huerto de semillas, donde el rendimiento de los conos individuales se compara con el potencial de rendimiento de semilla, también se puede determinar ciertas pérdidas en las fases del desarrollo de la semilla, y los tipos de fallas de semillas identificados y cuantificados (Bramlett *et al.*, 1977).

Por lo tanto, el propósito del análisis del cono y la evaluación de la producción de semillas es estimar el potencial, la eficiencia y la pérdida de semilla en la especie

estudiada. El potencial de semillas define el límite biológico para el número de semillas producidas por cada cono. Para ello, cada especie de árbol tiene un potencial promedio de semillas y un rango de valores observados en función del número de escamas fértiles por cono (Bramlett *et al.*, 1977).

Por otra parte la producción de semillas es normalmente confinada a la cantidad y calidad de las semillas producidas por conos maduros, pero para llegar a un mayor entendimiento de la producción de semillas es necesario estudiar el progreso de los óvulos antes de la madurez del cono. Muchos óvulos son abortados cerca del tiempo de la polinización aunque este fenómeno se relaciona solo con una pequeña fracción del total de abortos de los óvulos. Las fallas al reconocer los efectos del aborto de los óvulos pueden llevar a errores de cálculo en la producción total de semillas (Lyons, 1956).

A través del análisis de los datos se puede proveer de una clara imagen cuantitativa de donde ocurren las pérdidas de semillas. El primer paso para lograrlo es calcular la eficiencia de la semilla. Ésta es igual al número de semillas no dañadas o llenas obtenidas, divididas por el potencial de semillas (Karrfalt y Belcher, 1976), por otra parte Matthews (1969) afirma que existen tres razones principales para estudiar la polinización y la producción de semillas en coníferas, esta información es necesaria para la regeneración natural de las especies, para la formación de plantaciones naturales y de especies exóticas, así como para la generación de nuevas especies de coníferas, para ello (García *et al.*, 2011) menciona que una estrategia de rescate, conservación, restauración y manejo forestal de los fragmentos de vegetación nativa o especies en estatus de riesgo de nuestro país son las fuentes semilleras o unidades protectoras de germoplasma forestal.

En México 987 especies de plantas están incluidas en la NOM-059-SEMARNAT-2010, en algunas categorías de riesgo de las cuales, se cuentan 117 especies arbóreas y arbustivas de interés forestal (SEMARNAT, 2010). *Pinus culminicola* es una especie de gran importancia ecológica y social, ya que es una especie que tiene una población

aislada constituida por un número reducido de individuos, está considerada como prioritaria para su conservación y restauración, cabe señalar que estas especies pueden estar en peligro como consecuencia de los efectos de endogamia (FAO, 2011).

Otro de los riesgos que enfrenta esta especie es que cuenta con un rango muy restringido y que en los periodos de sequía es muy susceptible al fuego. En 1975 y 1996 dos grandes incendios destruyeron más del 40% de la población Cerro El Potosí. Se encuentra clasificado en riesgo en la lista roja de la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza (IUCN) debido a su baja densidad de población, y se estima que dentro de los próximos 10 años o tres generaciones presentará una declinación al menos de un 50% de la población (Favela-Lara, 2010).

1.1 Objetivo

Comparar el potencial y eficiencia de semillas de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman de la colecta del año 2013, con estudios realizados en producción de semillas para pináceas.

2 REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Producción de semillas

Las semillas son unidades de diseminación y reproducción sexual de las plantas superiores, procedentes del desarrollo de los óvulos de sus flores, están compuestas de uno o varios embriones, reservas nutritivas y una o varias capas protectoras, originadas a partir de los tegumentos del óvulo, del ovario, de los tejidos de otras partes de la flor e, incluso, de la inflorescencia (Besnier-Romero, 1989).

Las semillas son el medio natural de dispersión, propagación y perpetuación de más de 215,520 especies, constituye hasta el momento la estructura menos conocida de las plantas superiores, la falta de conocimiento se debe en gran parte a que la mayoría de las semillas, además de ser muy pequeñas, permanecen por lo general poco tiempo dentro de la planta madre, ya que una vez el fruto ha llegado a la madurez son dispersadas rápidamente por el viento, el agua o los animales, perdiéndose muchas de ellas en el piso del bosque hasta el momento de su germinación, o bien son comidas o dañadas por la fauna silvestre y los microorganismos (Niembro-Rocas, 1988).

Cabe mencionar que los árboles forestales en condiciones naturales no producen semillas regularmente, sino más bien en periodos variables de años que pueden ser desde uno hasta siete o más años y que esta característica puede estar relacionada con algunos factores externos, como la madurez del árbol y el clima (entendiendo como clima: temperatura, precipitación, radiación solar, evapotranspiración y humedad relativa) afectan sensiblemente la producción de semillas (Boyer, 1987; Greenwood, 1993; Pederson *et al.*, 1998; Caín y Shelton, 2000). Otro factor es la latitud, ya que ha demostrado tener un gran efecto sobre el fotoperiodo, el cual incide en la floración y maduración del polen a lo largo del año, afectando negativamente la sincronía requerida entre receptividad y fecundación reduciendo no solo la producción de semilla (absorción de óvulos), sino también la viabilidad (Greenwood, 1993).

Los factores internos afectan la producción final de semillas, ésta puede ser influenciada por un error en cualquiera de los procesos de polinización-germinación de los granos de polen, la fertilización y desarrollo del embrión. Otra de las causas de la pérdida de semilla es la separación prematura del cono del árbol (Brown, 1970). Las condiciones durante la formación del cono pueden ser muy importantes, porque es entonces cuando se determina el número de escamas, ya que el número de escamas fértiles determinan un límite para el potencial de producción de semillas. La producción final de semilla está limitada primero por el número de escamas fértiles, el éxito de la polinización y fertilización, el grado de endogamia, la ausencia de insectos carpófagos y otros organismos (Bramlett *et al.*, 1977; Powell, 1977; Owens y Molder, 1979).

En la producción de semillas es importante mencionar que la capacidad de las semillas para germinar y producir una plántula normal, es el principal atributo a considerar para evaluar su calidad y potencial; sin embargo, por sus demás características biológicas y físicas, que repercuten en su valor comercial, resulta indispensable considerar otros aspectos importantes relacionados con su calidad, manejo y comercialización. Entre estos aspectos están la pureza física y varietal, el vigor y el contenido de humedad de las simientes (Moreno, 1984). La calidad en la producción de semillas no puede definirse atendido a una sola característica. Por consiguiente las semillas de buena calidad, deben presentar un elevado porcentaje de pureza y una alta capacidad de germinación, aunque existen otras características que deben tenerse en cuenta. Los porcentajes de germinación y pureza representan, en conjunto, la proporción de semillas que tiene valor para el comprador al ser capaces de transformarse en plantas de una especie determinada (Great Britain, Department of Agriculture Fisheries and Food, 1968).

2.2 Importancia de la producción de semillas

La producción de semillas forestales es una función primordial en la conservación de los ecosistemas forestales, para la obtención de bienes como la madera y otras materias primas (Márquez-Ramírez *et al.*, 2010).

En el manejo forestal, una cantidad adecuada de semillas de la mejor calidad posible es necesaria para asegurar la regeneración natural del bosque. Esto es tan evidente, que en los programas de reforestación, la colecta de semilla es la base fundamental de los procesos y se realiza preferentemente en los años semilleros (Alba-Landa *et al.*, 2005). Una estrategia de rescate, conservación, restauración y manejo forestal de los fragmentos de vegetación nativas de nuestro país, son las fuentes semilleras o unidades productoras de germoplasma forestal. Las comunidades rurales que aun poseen reductos de vegetación original pueden usarlas de forma productiva, mejorar sus ingresos y promover la conservación de la biodiversidad (García-de la Cruz *et al.*, 2011).

Es importante el análisis de conos y semillas para determinar su producción y conocer las poblaciones entre la producción de semillas por cono, hacer factible su recolección y monitorear la sanidad en los árboles semilleros (Robert, 1977).

2.3 Métodos para medir la producción de semillas

Uno de los problemas que se tiene en la planeación de la colecta de semillas, es conocer la cantidad de semillas llenas que puede producir un cono, de acuerdo al diferente tipo de época, esto tiene implicaciones como el costo de producción de la semilla que se puede obtener por especie. Unas de las metodologías que se utiliza para estimar la producción de semillas y conocer el aspecto reproductivo de las poblaciones, es el análisis de conos y semillas, por lo que es importante conocer el desarrollo de conos, semillas y la morfología de la semilla, esta metodología fue utilizada por primera vez para el pino rojo *Pinus resinosa* Ait, (Lyons, 1956).

Por ello es necesario conocer el potencial de producción de semillas de una especie forestal, ya que es uno de los indicadores del grado de madurez de una población con respecto de su edad, así como la interacción de la misma en un sitio determinado, esta característica nos permite evaluar y ponderar el potencial de manejo de una especie o población, ya que en los resultados obtenidos se puede diseñar una estrategia de

conservación de poblaciones y otra de uso de fuentes específicas de cada población (Alba-Landa *et al.*, 2005).

Otro factor importante es la eficiencia reproductiva, ésta se puede determinar evaluando características asociadas con la producción de semillas de árboles, como la proporción de óvulos abortados y la relación entre semillas llenas y vanas (Bramlett *et al.*, 1977).

Otra de las metodologías utilizadas para la evaluación de las semillas es la prueba de rayos X. éste es un método no destructivo para el análisis interno de las propiedades de las semillas: anatomía, defectos morfológicos, cambios fisiológicos que ocurren en la maduración y ataque de insectos entre otros, a través de imágenes radiográficas, se han identificado propiedades estrechamente relacionadas con la viabilidad y el vigor de las semillas (Alzugaray *et al.*, 2006).

2.4 Análisis para conos y semillas

Bramlett *et al.* (1977), Desarrolló y modificó el procedimiento conocido como el “Análisis de cono” para evaluar la eficiencia de producción en los huertos semilleros de pinos en el Sur de E.U.A; este análisis proporciona la información requerida para estimar la productividad de semilla, y permite comparar la cosecha real de semillas con la cosecha potencial en conos individuales, expresando la productividad en términos de eficiencia de semilla. Además, se puede determinar en qué fases del desarrollo de la semilla ocurren ciertas pérdidas, así como identificar y cuantificar los factores que intervienen en el proceso (Ponce y Bautista, 2008). Para entender el análisis de conos y semillas se deben considerar los indicadores reproductivos, como son: el peso seco del cono, peso de la semilla llena, longitud del cono, escamas basales, escamas terminales, escamas fértiles, óvulos abortados de primer año, óvulos abortados de segundo año, semillas llenas, semillas vanas, semillas dañadas, semillas destruidas, semillas dañadas por hongos, número de semillas en germinación y el indicador de endogamia. Se requiere hacer el análisis de conos y semillas para la evaluación de la

eficiencia, la cantidad de conos a seleccionar está en función de la distribución del arbolado y de la población pero se considera que una muestra de 25 – 100 conos de cualquier tamaño, es suficiente para obtener resultados confiables (Bramlett *et al.*, 1977; Mosseler *et al.*, 2000).

La eficiencia de las semillas de cada cono, es el número de semillas llenas como porcentaje del potencial biológico. Las estimaciones de la eficiencia en la producción de semillas se definen como la proporción de óvulos en la región productiva del cono que se convierten en semillas, y se determina por el grado de óvulos abortados. Las investigaciones de producción de semillas en los *Pinus* suelen limitarse a la cantidad y calidad de semillas producidas por los conos maduros. Esta información es valiosa para el cálculo de la cantidad disponible de semillas para la generación. Es evidente que los asociados con la fertilización, influyen en una pequeña parte total de óvulos abortados, por lo que la explicación del aborto, tanto en el cono como en el árbol, los factores nutricionales pueden estar involucrados (Lyons, 1956; Bramlett *et al.*, 1977).

En el análisis de semillas forestales, de acuerdo a las reglas de ISTA (Asociación Internacional de análisis de Semillas) las pruebas mínimas incluyen contenido de humedad, pureza, peso de semilla y porcentaje de germinación, ya que esta información será requerida por el usuario. Un requisito para análisis confiable de semillas es un procedimiento de muestreo que resulta una muestra representativa (Poulsen, 1994).

2.5 Estudios de producción de semillas de pinos piñoneros

En un estudio realizado en Producción de semillas de *Pinus maximartinezii* Rzedowski en Juchipila Zacatecas, por (Cruz-Hernández, 2012). Obtuvo un potencial de semillas de conos colectados de 31 árboles, se encontró un rango de mínimo de 68 y un máximo de 128 de variación. Este trabajo se comparó con otros estudios similares

en donde esta especie se muestra un potencial de semillas totalmente alto, en comparación con el *Pinus catarinae* M.F Robert-Passini, que presenta un potencial de 11 semillas por cono, con el *Pinus johannis* M.F Robert 21 semillas por cono y un rango de 18 a 25. (Flores-López *et al*, 1998), con la misma especie *Pinus Johannis* M.F Robert con 23 semillas por cono y un rango de 18 a 26, en diferentes años de colecta (López-Calderón, 2005) y en *Pinus pinceana* Gordon, con 50 semillas por cono (Hernández-Sánchez, 2006).

Otro estudio que se realizó fue la evaluación de producción e indicadores reproductivos de semilla, en ocho poblaciones naturales de *Pinus pinceana* Gordon. El potencial de semillas fue un promedio de 50 semillas por cono, con una eficiencia de 35% y la pérdida de semillas de 65% que se deben principalmente a óvulos abortados. (Hernández-Sánchez, 2006).

Otro trabajo que se realizó fue en maduración de conos, producción y viabilidad de semillas en *Pinus catarinae* M.F Robert-Passini, en el cual obtuvo un potencial de 11 semillas promedio por cono y una eficiencia de 20.93% (Lemus, 1999).

Cuadro 1 Estudios de potencial de semillas de Pináceas.

Especie	Rango	Referencia bibliográfica
<i>Pinus maximartinezii</i>	61,78 (68-128)	Cruz-Hernández (2012)
<i>Pinus caterinae</i>	11	Lemus (1999)
<i>Pinus Johannis</i>	21 (18-25)	Flores-López <i>et al</i> ; (1998)
<i>Pinus Johannis</i>	23 (18-26)	López-Calderón (2005)
<i>Pinus pinceana</i>	7 (2 a 13)	Hernández-Sánchez (2006)

2.6 Descripción taxonómica de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman

Árbol de fuste arbustivo de 1-5 m de alto, corteza delgada, escamosa con placas pequeñas e irregulares de color café gris. Las ramillas son delegadas pero rígidas, pequeñas, decurrentes y persistentes en la base de las hojas (de los fascículos); fascículos extendidos a erectos que persisten por dos o tres años. Las acículas están en fascículos de 5 (muy raro de 4-6) de 3-5 cm de longitud, entre 0.9 y 1.3 mm de ancho, márgenes casi enteros, estomas solo en las dos caras interiores en franjas de color blanquecino; las escamas de los fascículos extrayéndose antes de caer. Los conos son solitarios generalmente más anchos que largos cuando se abren son de 3-5 cm, tiene de 40-60 escamas por cono de las cuales sólo de 10 a 20 son fértiles, irregulares, delgadas flexibles, con profundas cavidades donde se encuentran las amplias semillas. Se encuentran en un rango de altitud que va de 3,000 a 3,700 metros sobre nivel del mar (CONAFOR, 2008).

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Descripción del área de estudio

El área de estudio se localiza en el municipio de Galeana, Nuevo León, en el Ejido 18 de marzo, su cima se localiza a 15 kilómetros al Oeste de Galeana Nuevo León, entre los 24° 50' 45'' y 25°53'16'' de Latitud norte.

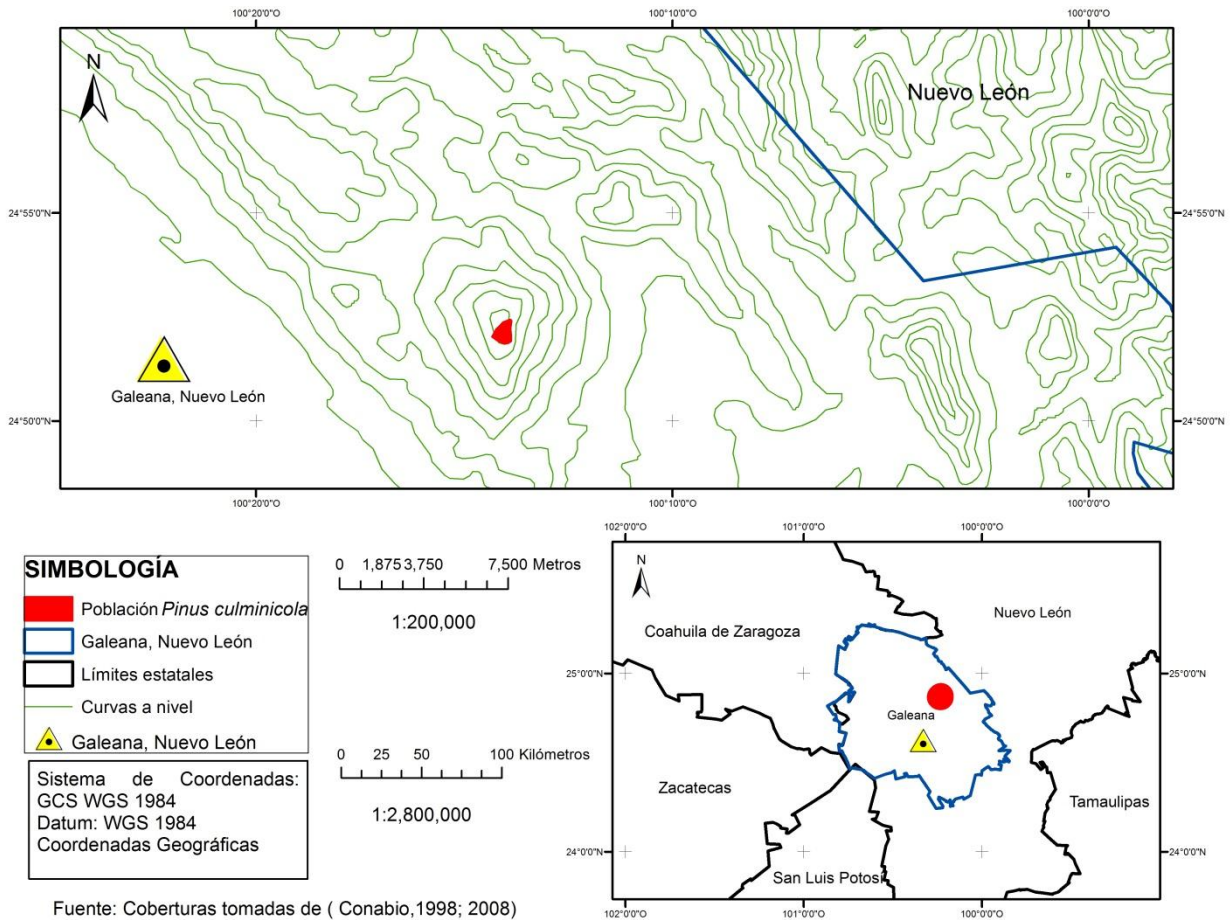


Figura 1. Ubicación de la población de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman en el Cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León.

3.1.1 Geología

El Cerro Potosí presenta formaciones del período cretácico inferior, compuestas de caliza micro-cristalina, caliza laminada, caliza con lentejones y nódulos de pedernal negro, marga en capas, marga arenosa y arsénica. La roca caliza es de origen sedimentario marino (García y Gonzáles, 1991)

3.1.2 Clima

De acuerdo a la clasificación climática de Köppen modificada por García (1981), al área de estudio corresponde el clima de tipo E (T) H (e) que presenta las siguientes características: frío con temperatura media del mes más caliente menor a 10°C se le ubica como clima de tundra, de acuerdo a su temperatura, aunque el término no es válido por estar en latitudes inferiores. Se presenta en altitudes por encima de los 1,500 m y se le considera extremo por la oscilación de temperatura entre 7°C y 14°C entre las medias del mes más frío y del mes más caliente del año, ya que en el área esa oscilación es de 8.7°C. (Müller, 1939), denomina al clima del Cerro el Potosí como alpino y basándose en la temperatura de Galeana, Nuevo León.

3.2 Selección de árboles para la colecta de conos

La colecta de conos se realizó en el año 2013 se seleccionaron 20 árboles de manera selectiva, considerando una distancia de 50 m o más entre árboles muestreados; A cada uno de los árboles selectos se les buscó características fenotípicas deseables, como los más dominantes del área como mayor cantidad de conos. Se evaluaron árboles masculinos, femeninos y hermafroditas. Se georreferencio cada uno de los árboles evaluados, tomando las coordenadas con un geoposicionador GPS (Garmin) para posteriormente registrarlo a la base de datos (Excel). A cada uno de los árboles se le coloco una placa de aluminio con una clave asignada como el número de árbol, especie y sexo. Por sí posteriormente se requiere hacer una segunda evaluación. Los conos colectados se colocaron en bolsas de papel estraza, cada bolsa

fue identificada con marcadores de tinta permanente; se identificó con el nombre de la especie, localidad, número de árbol correspondiente y número de conos.

3.2.1 Secado de conos

El proceso de secado de los conos se hizo exponiéndolos al sol. Posteriormente cuando los conos comenzaron abrirse, se guardaron nuevamente en la bolsa de papel estraza.

3.3 Extracción de semillas, conteo de escamas y óvulos abortados

Se tomaron las siguientes variables: longitud de cono (LC), diámetro del cono (DC) tomando la media de la parte más ancha del cono. La medición de estas dos variables se realizó con un vernier digital con precisión de 0.01 mm.

Después de evaluar las primeras características, se controló la identificación de las bolsas de papel estraza, posteriormente se dejaron secar de manera natural. Cuando el cono estaba completamente seco se prosiguió a la extracción de las semillas, la cual se realizó con el apoyo de pinzas, desarmadores y una lámpara eléctrica.

Las semillas que se extraían se fueron colocando en bolsas de plástico clasificadas por cono y por árbol, cada bolsa se etiquetó con un marcador de tinta permanente, con datos de número de árbol y cono.

Evaluando las características de las escamas infértiles como son las escamas basales (EB) y escamas terminales (ET) y las escamas fértiles, como las escamas con dos semillas desarrolladas (E2S), con una semilla desarrollada y un óvulo abortado (E1S1OA), con una semilla desarrollada y un óvulo rudimentario (E1S1OR), escama con dos óvulos rudimentarios (E2OR), escama con dos óvulos abortados (E2OA), escama con un óvulo abortado y uno rudimentario (E1OA1OR), al término de la

evaluación se regresa a su respectiva bolsa identificada, método de (Bramlet *et al.*, 1977).

Una vez terminada la extracción de semillas se prosiguió a separar las semillas vanas de las semillas llenas, utilizando alcohol etílico de 96°, una pequeño recipiente, dos cedazos y papel periódico, para poner a secar las semillas después de sumergirlas en alcohol, en menos de 10 segundos (Lyons, 1956).

En este procedimiento se pudo apreciar que las semillas vanas flotan sobre el alcohol, mientras que las semillas llenas tienden a hundirse. Posteriormente las semillas se depositaron en bolsa de plástico indicando cuales son las semillas vanas y las semillas llenas, el número de cono y número de árbol (Mosseler *et al.*, 2000).

3.4 Análisis de semillas con rayos X

Para contrastar los resultados de las semillas vanas obtenidas con el procedimiento realizado con alcohol etílico, las semillas se sometieron a una examinación con rayos X, un análisis más efectivo y confiable. El estudio se realizó con el equipo faxitron X-Ray, es un equipo de análisis radiográfico a través de rayos X el cual envía imágenes computarizadas, analizando las semillas sin ser destruidas (Figura 2).

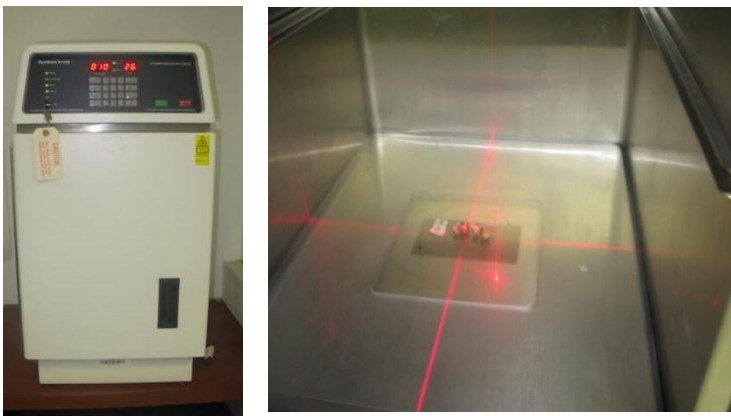


Figura 2. Equipo y muestra para el análisis de rayos X de semillas de *Pinus culminicola* Andresen *et* Beaman (Fotografías tomada por Celestino Flores López).

En el procedimiento se utilizó un equipo de rayos x, Faxitron X-ray, con 26 kV (kilovolts) y 10 segundos en tiempo. Cabe señalar que el equipo fue prestado para su uso por la CONAFOR en Xalapa, Veracruz. En la Figura 3 se muestra la secuencia de uso del equipo.



Figura 3. Secuencia en el uso del equipo Faxitron X-ray para la obtención de radiografías de semillas de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman. A) Preparación del equipo y configuración, B) Control de las muestras de semillas, C) Toma de la radiografía. (Fotografía tomada por Celestino Flores López (A y B) y Virginia Rebolledo Camacho (C)).

Es importante mencionar que las muestras utilizadas correspondieron a muestras aleatorias tomas de cada una de las especies y por la capacidad del cuadro de toma que tiene el equipo, Faxitron X-ray de 2 x 6 cm; se tomaron para cada muestra al menos cinco semillas.

Posteriormente se realizó un análisis comparando las semillas en estado normal, con su respectiva radiografía y para tener una mejor percepción de los resultados se optó por la apertura de la semilla, para comprobar la viabilidad y así obtener resultados más confiables.

3.5 Trabajos comparativos

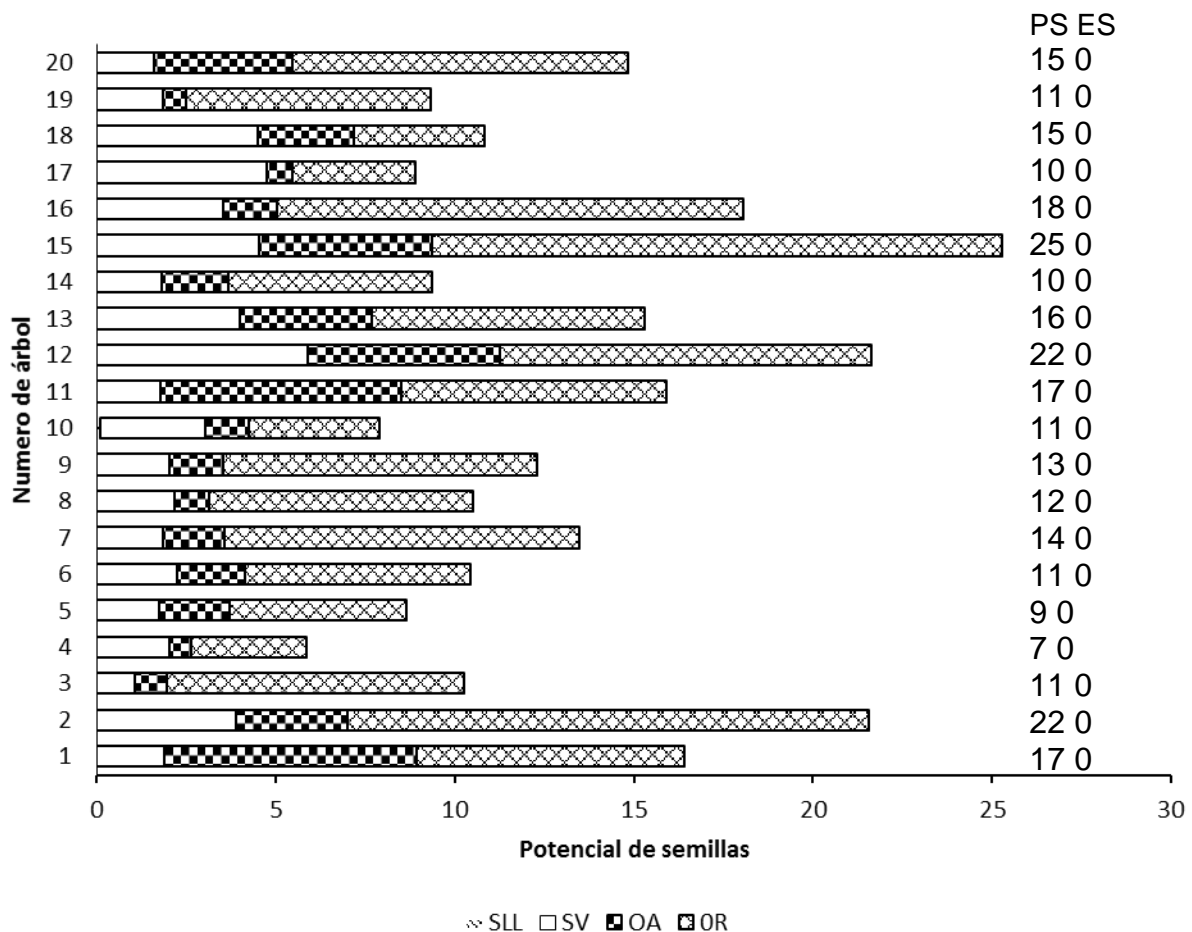
Para obtener un mejor cuadro comparativo y una mejor expectativa acerca del potencial y eficiencia de semillas, este trabajo se comparó con estudios antes realizados con cuatro especies diferentes de piñoneros.

Primero se hace la comparación de este estudio realizado en el área cerro El Potosí, *Pinus culminicola* con otro trabajo realizado en *Pinus maximartinezii*, en Juchilpila estado de Zacatecas por (Cruz-Hernández, 2012), también se hace el comparativo con un estudio realizado en ocho poblaciones naturales de *Pinus pinceana* por (Hernández-Sánchez, 2006).

4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN

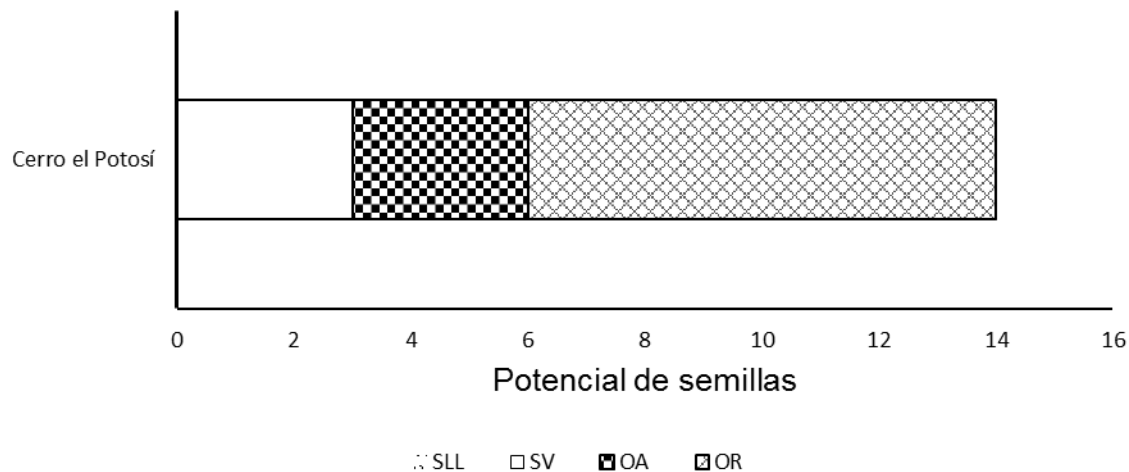
4.1 Producción de semillas de *Pinus culminicola*

El potencial de semillas en promedio fue de 14 semillas por cono, como se puede observar la eficiencia de semillas es nula, con un porcentaje promedio de 0% de los 20 árboles muestreados en el año 2013, de La población natural de *Pinus culminicola* (Figura 4).



SLL= Semilla llenas (%); SVD= semillas dañadas por varios factores; SV= semilla vana; OA= óvulos abortados en primero y segundo año (OA1+OA2); OR= óvulo rudimentario; PS= potencial de semillas; ES= eficiencia de semilla.

Figura 4. Potencial y pérdida de semillas de 20 árboles evaluados de *Pinus culminicola* Andresen *et* Beaman



SLL= Semilla llenas; SV= semilla vana; OA= óvulos abortados en primero y segundo año (OA1+OA2); OR= óvulo rudimentario

Figura 5. Promedio del potencial y pérdida de semillas de la población de *Pinus culminicola* del cerro El Potosí, Galeana, Nuevo León.

4.1.1 Potencial de semillas

De acuerdo a los estudios hechos para este trabajo en el año 2013, en las poblaciones naturales de *Pinus culminicola* del cerro El Potosí se realizaron comparaciones con otros estudios realizados por (Cruz-Hernández, 2012) en *Pinus maximartinezii* Rzedowski, colectados en 2009 y *Pinus pinceana* Gordon en un estudio que hizo (Hernández-Sánchez, 2006) en ocho poblaciones evaluados en los años 2003 y 2004.

Para el estudio realizado en *Pinus maximartinezii* se evaluaron 31 árboles en el cual se obtuvo un promedio de 91 semillas por cono, presentando un rango mínimo de 68 y un máximo de 128 semillas por cono (Cruz-Hernández, 2012).

Para el caso de *Pinus pinceana*, el potencial de semillas en promedio fue de 50 semillas por cono de las ocho poblaciones naturales; donde los valores más bajos se

presentó en la población de San Cristóbal, en el estado de Querétaro, evaluada en el 2003, con un potencial de 44 semillas por cono y la población de Matehualilla en San Luis, Potosí. Con 47 semillas por cono. Las poblaciones que presentaron un potencial más alto de las ocho poblaciones, se registraron para Cañón de las Bocas, con 60 semillas por cono y Las Norias con 55 semillas por cono, respectivamente (Hernández-Sánchez, 2006).

El potencial de semillas que presentó la población de *Pinus culminicola* fue de 14 semillas promedio por cono, el rango es de 7 semillas por cono como mínimo y 25 como máximo. Comparando estas tres diferentes especies de piñoneros la que presentó un mayor potencial de semillas, es la población de *Pinus maximartinezii* seguido por *Pinus pinceana*, que presentó un promedio de 44 semillas por cono y por último la población de *Pinus culminicola* presentó un promedio de 14 semillas por cono.

También se realizaron comparaciones con otras dos especies de *pinos* piñoneros, en un trabajo realizado por (Villa-Pérez, 2010) en cuatro poblaciones naturales de *Pinus johannis*, obtuvo como resultados; el porcentaje de semillas más alto fue de 48 en la población El Coahuilón, por otro lado la población La Siberia presentó un potencial de 34 semillas, el cual fue el más bajo de este estudio.

Otra comparación fue con el estudio realizado por (Lemus, 1999) quien hizo un trabajo de maduración de conos y producción y viabilidad de semillas de *Pinus catarinae*, en la población de Santa Catarina, Nuevo León, el cual el obtuvo un potencial de semillas de 14 semillas por cono.

Comparando los estudios presentados en este apartado el potencial de semillas de *Pinus culminicola* es de 14 semillas, el cual se asemeja más con la especie de *Pinus catarinae*, con un potencial de 14 semillas promedio, ya que el potencial que presentó la especie de *Pinus johannis*, es un potencial de semillas relativamente alto, comparada con *Pinus culminicola* y *Pinus catarinae*, ya que el resultado más bajo fue de 34, que es un 50% aproximadamente más alto que las otras dos especies (cuadro 2).

Cuadro 2. Potencial de semillas en diferentes especies de Pináceas, localidades y años.

<i>Especie</i>	Potencial de semillas (rango)	Referencia bibliográfica
<i>Pinus catarinae</i>	11¶	Lemus (1999)
<i>Pinus culminicola</i>	14 (7 a 25)	estudio actual
<i>Pinus johannis</i>	39 (34 a 48) ‡	Villa-Pérez (2010)
<i>Pseudotsuga macrolepis</i>	44.2	Ponce (2008)
<i>Pinus pinceana</i>	50 (44 a 66) ¶	Hernández-Sánchez (2006)
<i>Pinus maximartinezii</i>	91	Cruz-Hernández (2012)
<i>Pinus greggii</i>	158.47(151.98 a 170.93) ¶	Alba-Landa <i>et al.</i> , (2005)
<i>Pinus oaxacana</i>	186 (76 a 242)	Vázquez <i>et al.</i> , (2004)
<i>Picea martinezii</i>	266(254 a 294) ¶	López-Ramírez (2007)

Ordenados de menor a mayor Potencial de semillas. ¶ Estudios realizados en diferentes poblaciones. ‡ Estudios realizados en diferentes años de colecta.

4.1.2 Eficiencia de semillas

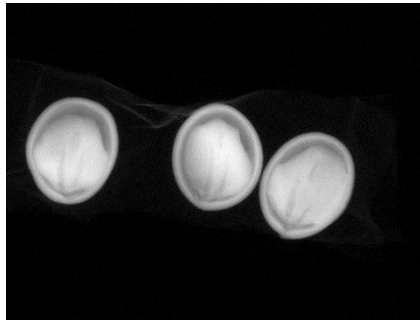
Para este estudio se encontró una eficiencia de semillas promedio de 0%. Comparando con dos especies de piñoneros, *Pinus maximartinezii* presentó una eficiencia de 61.7 % y para el caso de *Pinus pinceana* se obtuvo un promedio de 35 % de las ocho poblaciones naturales, presentándose: Garambullo 52%, Lomas del Orégano 43%, Matehualilla 51% y San Cristóbal 54%, siendo los porcentajes más altos y la población

que presentó el porcentaje más bajo fue la población de Cañón de las Bocas con 0% de eficiencia de semillas.

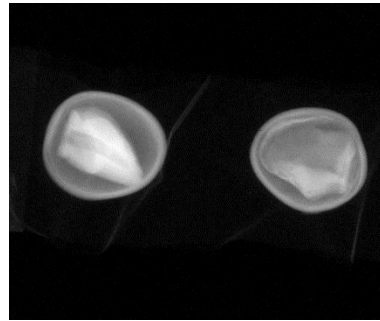
En la segunda comparación de los diferentes estudios (Lemus, 1999) reporta un 14.60% de eficiencia de semillas para *Pinus catarinae* en la población Santa Catarina, Nuevo León, por otra parte se tiene el estudio realizado por (Villa-Pérez, 2010) quien obtuvo una eficiencia de semillas promedio de 19% de las cuatro poblaciones de *Pinus johannis*, donde el porcentaje más bajo de eficiencia de semillas se presentó en la población Laguna de Sánchez con 16%, el valor más alto se presentó para El Coahuilón con 22%, sin embargo en este estudio realizado para *Pinus culminicola* se tiene una eficiencia de semillas de 0%.

Las coníferas de zonas áridas donde hay escasa humedad tiene un potencial de semilla más bajo en comparación con las coníferas que están en mejores condiciones, como *Picea martinezii*, que tiene un potencial de semilla más alto (cuadro 1). Las condiciones de humedad pueden hacer que se tenga una mayor producción de semilla. (Flores-López et al., 2012). En *Pinus greggii* en once sitios a través de su área de distribución natural, se encontraron en la mayoría de las características analizadas diferencias altamente significativas entre y dentro de poblaciones, y se encontró que la longitud del cono se incrementa al aumentar la humedad y la temperatura media anual del hábitat, sin embargo, la anchura del cono y las dimensiones del cono disminuyeron (López-Upton et al., 1993)

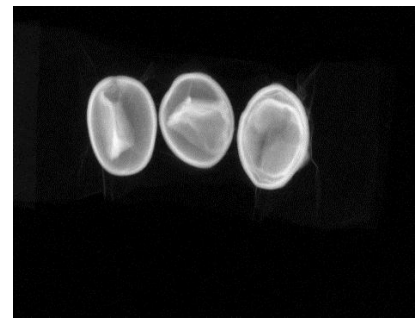
La cantidad de semillas llenas producidas por cono generalmente es inferior al potencial de semillas, como se puede apreciar en la figura 4, esto a causa de que durante el proceso reproductivo, parte de los óvulos abortan. Una causa principal es por madurez prematura del cono, así como la incidencia de diversos factores que dañan las semillas desarrolladas (Brown, 1970). También, el potencial de semillas y la proporción de óvulos abortados varía de acuerdo al tamaño del cono y a su posición en el árbol, ya que los conos más grandes se encuentra en la parte superior de la copa del árbol y mientras más grande sea el cono es capaz de producir un mayor número de semillas llenas (Lyons, 1956).



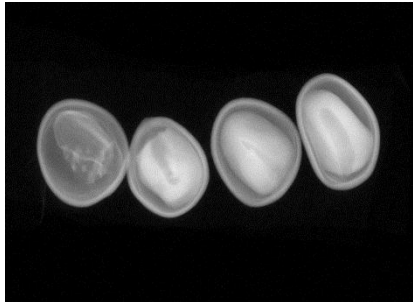
Po- A1



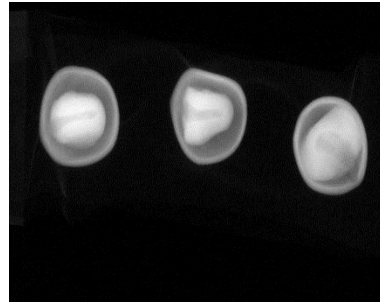
Po- A5



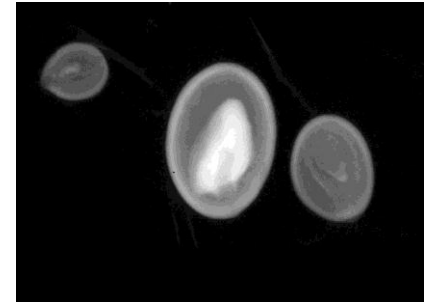
Po- A9



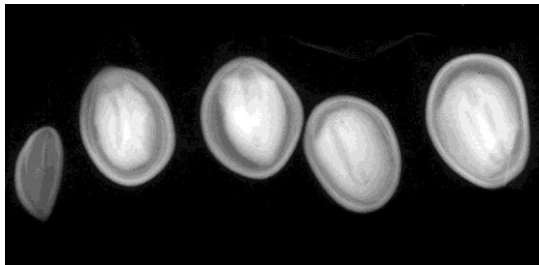
Po- A10



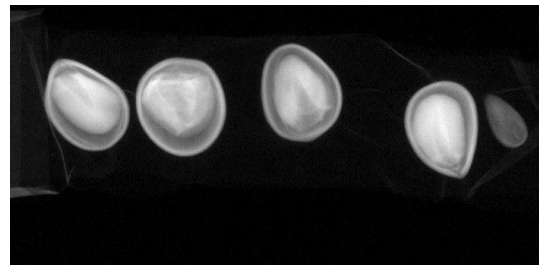
Po-A12



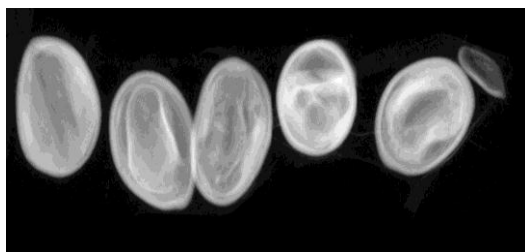
Po- A15



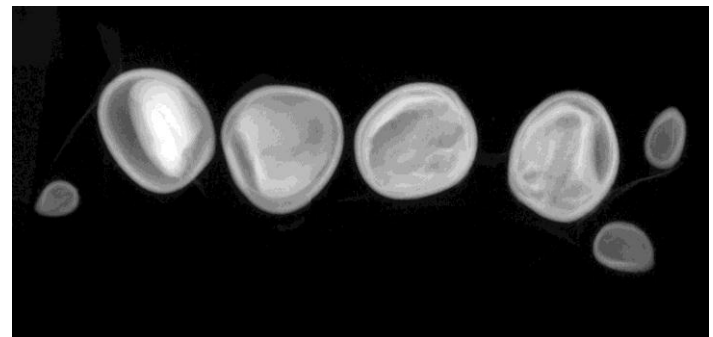
Po- A16



Po-A17

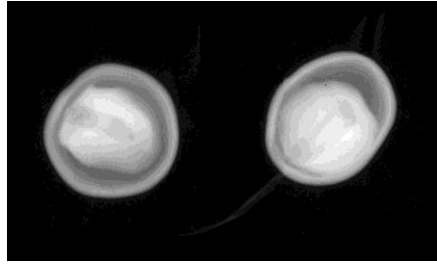


Po-A19

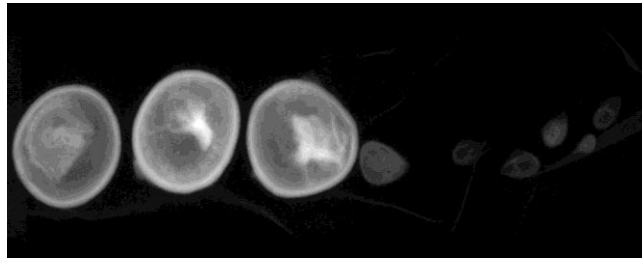


Po-A32

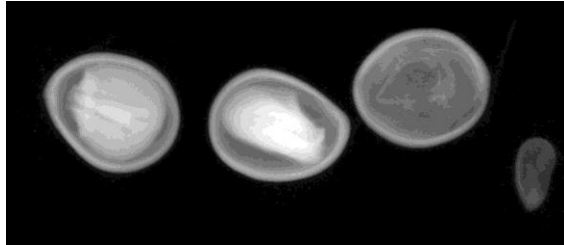
Figura 6. Radiografía de semillas vanas de *Pinus culminicola* Andresen et Beaman en diferentes árboles colectados en la población El Potosí Po= población El Potosí A= número de árbol. (Fotografías tomadas por Celestino Flores López).



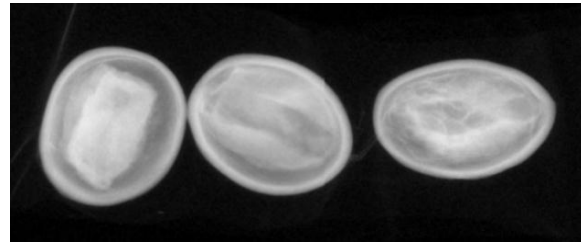
Po- A40



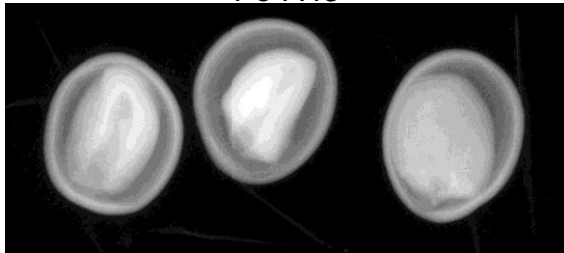
Po-A42



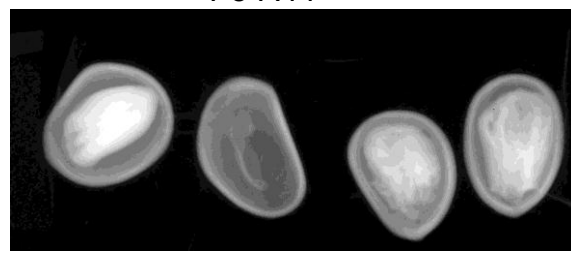
Po-A43



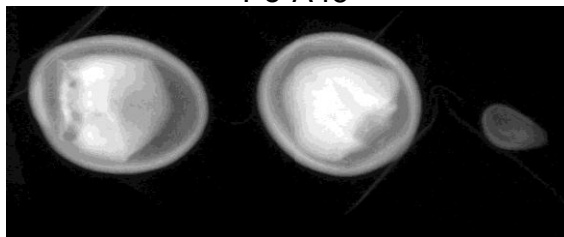
Po-A44



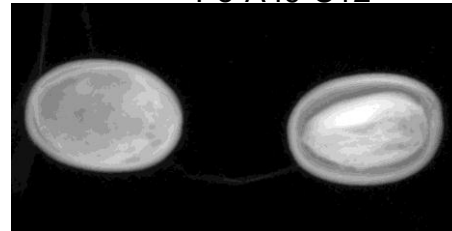
Po-A46



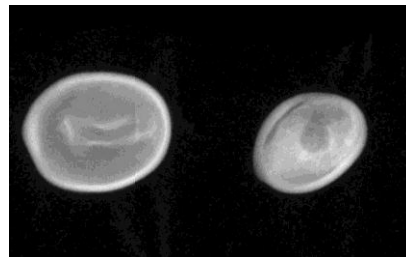
Po-A49-C12



Po-A49-C16



Po-A52-C5



Po-A52-C17

Figura 6. Radiografía de semillas vanas de *Pinus culminicola* Andresen *et* Beaman en diferentes árboles colectados en la población El Potosí Po= población El Potosí A= número de árbol. Continuación. (Fotografías tomadas por Celestino Flores López). Continuación.

Existen poblaciones en las que el potencial de semilla tiene muy poca variación o casi nada, como el trabajo encontrado de las poblaciones de *Pinus johannis*, para la población Laguna de Sánchez con un potencial de 20 semillas por cono, para el Coahuilón el potencial de semilla de 18 y para Salaverna el potencial fue de 25 semillas por cono, estas variaciones se deben al tamaño de la población y una mejor polinización (Flores-López *et al.*, 1998).

Cabe mencionar que una de las metodologías que más se ha utilizado para estimar el potencial y eficiencia de semillas, es la propuesta por Bramlett *et al* (1977). Sin embargo, se ha demostrado que para estudios en piñoneros esta metodología sobrestima la cantidad de semillas que un cono puede producir. Un claro ejemplo es el estudio realizado en *Pinus catarinae*, en Santa Catarina, Nuevo León, donde se encontraron escamas que no tenían la capacidad de producir dos óvulos funcionales. Por lo tanto, para estimar un potencial de semilla más real en piñoneros, se propuso aplicar una fórmula alterna, con la cual se obtuvo un potencial de 11 semillas por cono (Lemus, 1999).

La variable más representativa de la producción de semillas es la eficiencia de semilla, definida como la cantidad de semillas llenas en relación con el potencial de semillas expresadas en porcentaje (Bramlett *et al.*, 1977). En el presente estudio se encontró una eficiencia de semillas promedio del 0 % (0.01 semillas llenas, Sll) en la población Cerro El Potosí, Galeana Nuevo León (Figura 2). La cantidad de semillas llenas producidas por cono es inferior al potencial de semillas, esto a causa de que durante el proceso reproductivo parte de los óvulos abortan por falta de polen que los fertilice. Una causa principal es por madurez prematura del cono, así como la incidencia de diversos factores que dañan las semillas desarrolladas (Brown, 1970).

También el potencial de semilla y la proporción de óvulos abortados varía de acuerdo con el tamaño del cono y a su posición en el árbol, ya que los conos más grandes se encuentran en la parte superior de la copa del árbol, y generalmente mientras más grande sea el cono es capaz de producir un mayor número de semillas llenas (Lyons, 1956). Los valores de eficiencia de semilla hallados en *Pinus culminicola* son similares a los encontrados en estudios de otras coníferas, como *Picea martinezii*

en la población la Tinaja con una eficiencia de 2% (Flores-López *et al.*, 2012) y *Pinus pinceana* en la población Cañón de las Bocas con 0% de eficiencia de semilla (Hernández-Sánchez, 2006). La baja eficiencia de semilla se debe generalmente a tres causas: escasa polinización, presencia de genes letales y daños por insectos (Karrfalt y Belcher, 1977). Esto se observa en los resultados registrados en varias especies de *Picea* (Carón y Powell, 1989).

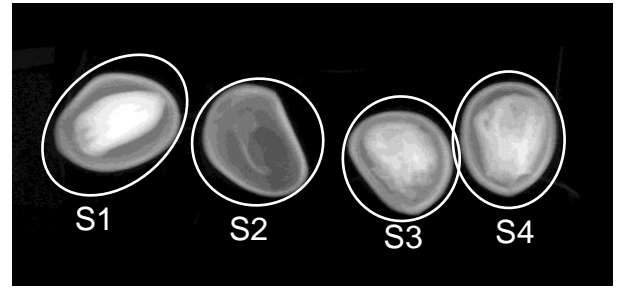
Cuadro 3. Eficiencia de semillas en diferentes especies de Pináceas, localidades y años.

Espece	Eficiencia de semilla (%)	Cita
<i>Pinus pinceana</i>	7 (2 a 13)¶	Hernández-Sánchez (2006)
<i>Picea martinezii</i>	7 (2 a 13)	López-Ramírez (2007)
<i>Pseudotsuga macrolepis</i>	7.06	Ponce (2008)
<i>Pinus maximinoi</i>	8 ¶‡	Isaza <i>et al.</i> (2002)
<i>Pinus johannis</i>	8 (4 a 12) ¶‡	López (2005)
<i>Picea mexicana</i>	13.5 (9 a 18) ¶‡	Flores-López <i>et al.</i> (2005)
<i>Pinus Johannis</i>	19 (16 a 22) ‡	Villa-Pérez (2010)
<i>Pinus catarinae</i>	20,93 ¶	Lemus (1999)
<i>Pinus maximartinezii</i>	61,78	Cruz-Hernández (2012)
<i>Pinus cooperi</i>	68.8 % (65.2 a 72.4) ¶	Prieto y Martínez (1993)
<i>Pinus greggii</i>	78.9 (70.8 a 86.9) ‡	Alba-Landa <i>et al.</i> (2005)
<i>Pinus culminicola</i>	0	estudio actual

Ordenados de menor a mayor Eficiencia de semillas. ¶ Estudios realizados en diferentes poblaciones. ‡ Estudios realizados en diferentes años de colecta.



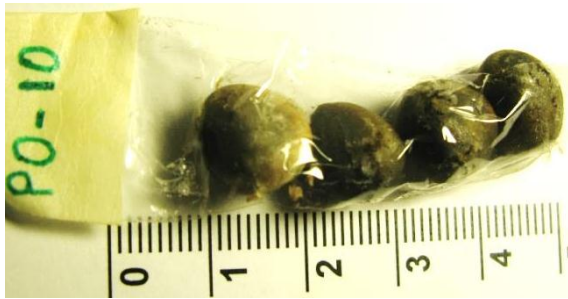
A1)



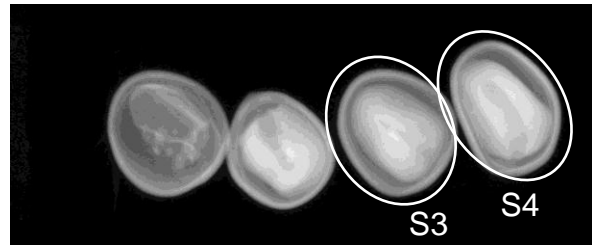
B1)



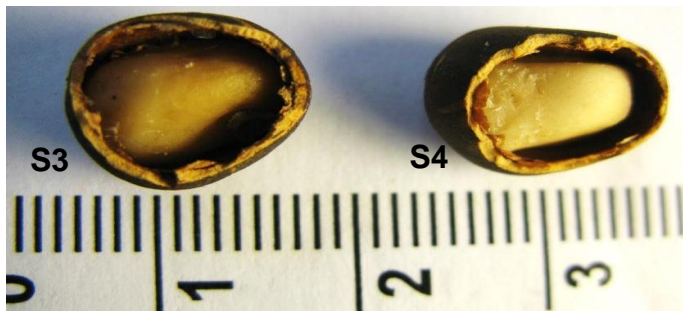
C1)



A2)



B2)

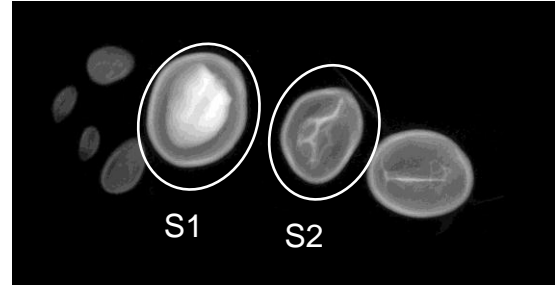


C2)

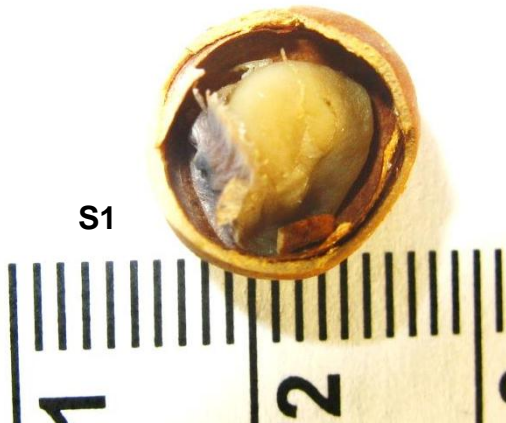
Figura 7. Comparación de análisis de semillas de *Pinus culminicola*. A1), A2) = Preparación de semillas para rayos X, del árbol 49 y 10. B1 y B2 = imagen de radiografía de semillas de los arboles 49 y 10. C1 y C2= apertura de semillas del árbol 49 y 10. (S1, S2,..)= número del orden de las semillas.



A3)



B3)



C3)

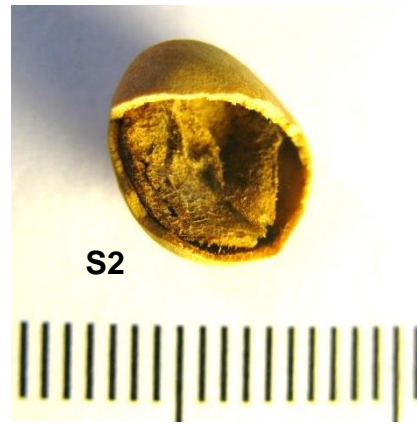


Figura. 7 Comparación de análisis de semillas de *Pinus culminicola*. A3) = Preparación de semillas para rayos X, del árbol 20., B3)= imagen de radiografía de semillas del árbol 20. C3)= apertura de semillas del árbol 20. (S1 y S2)= número del orden de las semillas. Continuación.

Comparando las diferentes pruebas que se sometieron las semillas de *Pinus culminicola* para separar las semillas vanas de las llenas, se aprecia que las semillas resultaron vanas, en la prueba en la que se sumergieron en alcohol etílico por 60 segundos, en las pruebas de rayos X se puede observar que evidentemente son vanas y algunas con megagametofito (tejido almacenador de nutrientes haploides en semillas de gimnospermas) y embrión poco desarrollado, sin embargo fue necesario revisarlos con la apertura de éstas para contrastar resultados.

La gran cantidad de semillas vanas y semillas con megagametofito incompleto así como de embriones en la colecta de *Pinus culminicola* del año 2013 no es viable. Las razones posibles, es que durante el proceso reproductivo parte de los óvulos abortan por falta de polen que los fertilice, este problema se han presentado en otras especies que son relictas y aisladas como *Picea mexicana* (Flores-López *et al.*, 2005), como resultado de la endogamia, problemas de polinización y condiciones ambientales adversas durante el desarrollo de la semilla.

Una de las principales razones del fracaso de la germinación de la semilla son: la falta de un embrión (resultando en una semilla vacía) y la completa deterioración de los contenidos de la semilla (generalmente llamada semilla vana). Las semillas vacías son una característica común en la mayoría de las coníferas, porque la capa de la semilla y el megagametofito pueden desarrollarse sin fertilización, el megagametofito de una semilla sin fertilizar usualmente se degenera, dejando solo una pared de células. Las semillas vacías son fáciles de remover durante el procesamiento de las semillas debido a su menor gravedad. El megagametofito no se desarrollara en especies de pino si el óvulo no es polinizado, por depresión consanguínea y los diversos factores climáticos (Iglesias *et al.*, 2006 y Kolotelo, 1997).

Por otra parte, la maduración del cono es otro de los factores importantes para que una semilla sea potencialmente viable. Una semilla es considerada morfológicamente madura cuando su embrión ocupa más del 90% de la cavidad. Las semillas inmaduras pueden contener un megagametofito normal y pueden germinar si han madurado lo suficiente. Mientras que el espacio entre la germinación y la continua deterioración varía, probablemente esté entre el 60% y 75 % del largo de la cavidad. Semillas con embriones entre el 75% y 95% tienen una alta probabilidad de germinar, pero el rango de germinación, vigor y almacenaje, puede ser reducido comparado con semillas maduras. Las semillas inmaduras que contengan un megagametofito deteriorado probablemente no germinaran (Kolotelo *et al.*, 2001).

5 CONCLUSIÓN

La población de *Pinus culminicola*, Cerro El Potosí, Galena Nuevo, León, para la colecta del año 2013, presentó un potencial de 14 semillas promedio, por cono y el porcentaje de eficiencia de semillas para esta especie fue de 0%.

6 RECOMENDACIÓN

Evaluar la producción de semillas en diferentes fechas de colecta y en las poblaciones faltantes de colectar (la población El Coahuilón, Arteaga, Coahuila; La población El Morro, Arteaga, Coahuila), para saber si existe variación entre años y entre poblaciones, y estimar los posibles años semilleros y la variación entre el potencial y eficiencia de semillas.

7 LITERATURA CITADA

- Aba-Landa J., L. Mendizábal-Hernández., A. Cáceres-Gómez. 1999. Potencial de producción de semilla de la progenie de un huerto semillero de segunda generación de selección de *Pinus patula* Schl. Et Cham. En el estado de Veracruz. ISIMA. Durango, México. 134 p.
- Aba-Landa J., L. Mendizábal-Hernández., J. Márquez-Ramírez. 2001. Comparación del potencial de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov de dos cosechas en Los Molinos Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 3(1): 35-38
- Alba-Landa, J., J. Márquez–Ramírez y H. S. Bárcenas C. 2005. Potencial de producción de semillas de *Pinus greggii* Engelm. En tres cosechas de una población ubicada en carrizal Chico, Zacualpan Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 7(2):37-40.
- Alzugaray, C. A, Salinas. N, Carnevale. 2006. Aplicación de la técnica de rayos X en la evaluación de calidad de semillas forestales Nativas: *Schinopsis balanceae* Engl. y *Aspidosperma quebracho-blanco* Schlecht. Universidad Nacional del Rosario, Santa Fe, Argentina. 48 p.
- Besnier–Romero, F. 1989. Semillas biología y tecnología. Ediciones Mundi-prensa. 637p.
- Boyer, W. D. 1987. Annual and geographic variations in cone production by longleaf pine. In: Proceedings fourth biennial southern silvicultural research conference. 1986. November 4-6. Asheville NC. Gen. Tech. Rep. SE-42 Atlanta GA: US Department of Agriculture. Forest Service: 73-76.
- Bramlett, D.L., E.W. Belcher Jr., G.L. De Barr, J.L. Hertel, R.P. Karrfalt, C.W. Lantz, T. Miller, K.D. Ware y H.O. III Yates. 1977. Cone analysis of Southern pines: a

- guidebook. Gen. Tech. Rep. SE-13. Asheville, N.C. USDA, Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station, Asheville, N.C. U.S.A. 28 p.
- Brown, I. R. 1970. Seed Production in Scots Pine. In Luckwill L. C. y C. V. Cutting. Physiology of tree crops, Academic Press, Nueva York, pp. 55-63.
- Caín, M.D. y Shelton, M.G. 2000. Revisiting the relationship between common weather variables and loblolly-shortleaf pine seed crops in natural stands. *New Forest* 19:187-204.
- Carón, G. E. y Powell, G. R. 1989. Cone size and seed yield in young *Picea mariana* trees, *Canadian Journal Forest Resources (CA)* 19: 351-358.
- Comisión Nacional Forestal (CONAFOR). 2008. Catálogo de contenido de carbono en especies forestales de tipo arbóreo del norte de México. Zapopan Jalisco, México. 44 p.
- Cruz-Hernández, A. 2012. Producción de semillas de *Pinus maximartinezii* Rzedowski en Juchipila, Zacatecas. Tesis profesional U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 48 p.
- Favela-Lara S. 2010. Population variation in the endemic *Pinus culminicola* detected by RAPD. *Polibotánica* 30: 55-67.
- Flores-López C., G. Geada-López, J. López-Upton y E. López-Ramírez. 2012. Producción de semillas e indicadores reproductivos en poblaciones naturales de *Picea martinezii* T. F. Patterson. *Baracoa* 31(2):49-58.
- Flores-López, C., J. López U., J. J. Vargas H. 2005. Indicadores reproductivos en poblaciones naturales de *Picea mexicana* Martínez. *Agrociencia* 39:117-126.

- Flores-López, C., S. Aguilar A., S. Valencia M., E.H. Cornejo O. 1998. Potencial y eficiencia de semillas en tres poblaciones naturales de *Pinus johannis* M.F. Robert. Proyecto de investigación 02.03.0207.2412. U.A.A.A.N. pp. 411-417.
- García de la Cruz, Y., J.M Ramos Prado y J. Becerra Zavaleta. 2011. Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. CONABIO. Biodiversista, 94:12-15
- García, A y Gonzáles, S. 1991. Flora y vegetación de la cima del Cerro el Potosí, municipio de Galeana Nuevo León, México. Acta botánica Mexicana. 13:57-74
- García, E. 1981. Modificación al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geología. UNAM, 3ª Edición, 252 p.
- Great Britain, Department of Agriculture Fisheries and Food, 1968. Producción de semillas pratenses. Traductor P. Ducar. Editorial Acribia, España. 165 p.
- Greenwood, M.S. 1993. Examination of cone and production by *Pinus tecumanii* at four locations on Carton de Colombia land. Informe de oficina, Smurfit Carton de Colombia. 4 p.
- Hernández-Sánchez, P. 2006. Producción e indicadores reproductivos de semillas en ocho poblaciones naturales de *Pinus pinceana* Gord M.F Robert-Passini, tesis profesional, U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 32 p.
- Iglesias L. Mora I. y Casas J. 2006. Morfometría Viabilidad y variabilidad de las semillas de la población de *Pinus hartwegii* del Cofre de Perote Veracruz, México. Instituto de genética forestal, Universidad Veracruzana. Veracruz. México. 18 p.
- Isaza N., W. S. Dvorak y J. López U. 2002. Producción de semillas del género *Pinus* en huertos y rodales semilleros de Smurfit Cartón de Colombia. Informe de Investigación No. 187. Smurfit Cartón de Colombia. Cali, Colombia. 9 p.

- Karrfalt, R. P. y Belcher, E.W. 1976. Northeastern forest tree improvement conference. University of Maryland Center for Environmental and Estuarine Studies College Park, Maryland, 89 p.
- Karrfalt, R. P. y Belcher, E. W. 1977. Evaluation of seed production by cone analysis, Northeastern Forest Tree Improvement Conference, University of Maryland, Center for Environmental and Estuarine Studies, College Park, Maryland, Georgia, pp. 84-89.
- Kolotelo D. 1997. Anatomy and morphology of conifer tree seed. British Columbia Ministry of Forests. British Columbia, Canada. 60 p.
- Kolotelo D., E. Van Steenis, M. Peterson, R. Bennett, D. Trotter y J. Dennis. 2001. Seed Handling Guidebook. British Columbia Ministry of Forests. British Columbia, Canada. 106 p.
- Lemus, S. J. 1999. Maduración de conos, producción y viabilidad de la semillas de *Pinus catarinae* M.F. Robert-Passini. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, 125 p.
- López-Calderón., 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, Coahuila, 42 p.
- López-Ramírez., E. 2007. Producción de indicadores reproductivos en poblaciones naturales de *Picea martinezii* T. F. Patterson. Tesis profesional. U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila. 31p.
- López-Upton J. Jasso M., J.J. Vargas H., J.C. Ayala S. 1993. Variación de características morfológicas en conos y semillas de *Pinus greggii*, Agrociencia Serie Recursos Naturales Renovables (MX) 3 (1): 81-95.

- Lyons, L. A. 1956. The seed production capacity and efficiency of red pine cones (*Pinus resinosa* Ait). Canadian Journal of Botany 34: 27–36.
- Márquez-Ramírez J. Alba-Lanada, J. Mendieval-Hernández, L. Ramírez-García, E. Cruz-Jiménez, H. 2010. Fenología reproductiva y el manejo de los recursos forestales. Foresta Veracruzana 12(2): pp. 35-38
- Matthews, J. D. 1969. Physiology of tree crops. Academic press. New York. 53 p.
- Moreno, A. E. 1984, Análisis físico y biológico de semillas agrícolas, 1ª Ed. UNAM, México, D.F. 380 p.
- Mosseler, A., J. E. Major. J. D. Simpson, B. Daigle, K. Lange, Y.-S. Park. K. H. Johnsen, y O.P. Rajora. 2000. Indicators of population variability in red spruce, *Picea Rubens*. I. Reproductive traits and fecundity. Canadian Journal of Botany 78: 928.940.
- Müller, C. H. 1939. Relation of the vegetation and climate types in Nuevo León, México. Ibid., 21:687-729.
- Niembro–Rocas, A. 1988. Semillas de árboles y arbustos. 1ª. Ed. LIMUSA. México, D.F. 285 p.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). 2011. Situación de los recursos forestales en México. Informe final del proyecto TCP/MEX/3301/MEX(4). 75 p.
- Owens, J. N., y Molder, M. 1979. Sexual reproduction of White spruce (*Picea glauca*). Canadian Journal. Bot. 57: 152-169.

- Pederson, N, N; Kush, J.S. y Meldahl, R. S. 1988. Correlating climate and longleaf pine cone crops: is there a connection? Proceedings of the second Longleaf Alliance Conference. November 17-19. Charleston SC. Longleaf Report No. 4 Auburn University, 143 p.
- Ponce M., A, y C. Bautista H. 2008. Análisis de la producción de semillas de *Pseudotsuga macropolis* flous., En una población establecida en el municipio de Amecameca, estado de México. Tesis profesional UACH. Chapingo México. 58 p.
- Poulsen, K. 1994. Análisis de semillas. Danida Forest Seed Centre. Lecture Note C-8. Turrialba, Costa Rica. 35 p.
- Powell, G.R. 1977. Biennial strobilus production in balsam fir: a review of its morphogenesis and a disssion of its apparent physiological basis. Canadian Journal Forest Research. 7:547-555.
- Prieto R., J. A y J. Martínez A. 1993. Análisis de conos y semillas en dos áreas semilleras de *Pinus cooperi*. Folleto científico No 1. SARH, INIFAP, Centro de Investigación Regional del Norte Centro. Campo Experimental "Valle del Guadiana". Durango, Dgo. México. 18 p.
- Robert, M., F. 1977. Notas sobre el estudio ecológico y fitogeográfico de los bosques de *Pinus Cembroides* Zucc. En México. Ciencia Forestal 2 (10): 49 – 58.
- SEMARNAT. 2010. NORMA Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010, Protección ambiental - Especies nativas de México de flora y fauna silvestres - Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio - Lista de especies en riesgo. Diario Oficial de los Estados Unidos mexicanos. Secretaria del Medio Ambiente y Recursos naturales. Jueves, 30 de diciembre de 2010. 77 p.

Vázquez, C., O. G., E. O. Ramírez-García y J. Alba-Landa. 2004. Variación de conos y potencial de producción de semillas de *Pinus oaxacana* Mirov. En una población del Estado de Tlaxcala, México. *Foresta Veracruzana* 6 (2): 31-36.

Villa-Pérez, V. 2010. Producción de semillas e indicadores reproductivos de *Pinus johannis* M-F, Robert En el Noreste de México. Tesis profesional U.A.A.A.N. Buenavista, Saltillo, Coahuila, México. 37 p.