



UNIVERSIDAD VERACRUZANA

INSTITUTO DE GENETICA FORESTAL

“Variación de conos y semillas de *Pinus pseudotrobus* Lindl. del Esquilón, Coacoatzintla, Veracruz, México.”

T E S I S

QUE PARA OPTAR POR EL GRADO DE

MAESTRO EN

ECOLOGÍA FORESTAL

PRESENTA

Ángel Victorino Márquez García

DIRIGIDA POR

Dra. Lilia del C. Mendizábal H.

Xalapa, Veracruz, México

Septiembre de 2007

DEDICATORIA

CONTENIDO

RESUMEN	6
SUMMARY	7
1. INTRODUCCIÓN	8
2. JUSTIFICACIÓN	10
3. OBJETIVOS	11
4. HIPÓTESIS	11
5. REVISIÓN DE LITERATURA	12
5.1. Variación	12
5.1.1. Concepto	12
5.1.2. Importancia	12
5.1.3. Niveles de variación	12
5.1.4. Otros estudios sobre variación	13
5.2. La especie <i>Pinus pseudostrobus</i>	14
5.2.1. Taxonomía	15
5.2.2. Descripción botánica	16
5.2.3. Distribución	17
5.2.4. Ecología	18
5.2.5. Importancia económica	19
5.2.6. Problemática del área de estudio	19
6. MATERIAL Y MÉTODOS	21
6.1. Zona de estudio	21
6.2. Selección de árboles	22
6.3. Colecta de conos	22
6.4. Análisis de Conos	24
6.4.1. Medición de longitud y diámetro de conos	24
6.5. Análisis de semillas	25
6.5.1. Extracción de semillas	25
6.5.2. Número de semillas por cono	26
6.5.3. Largo y ancho de semillas	26
6.5.4. Peso de semillas	27
6.6.4. Germinación de semillas	27
6.7.3. Análisis estadístico	28
7. RESULTADOS	30
7.1. Análisis de conos	30
7.1.1. Longitud y diámetro de conos	30
7.2. Análisis de semillas	31
7.2.1. Longitud de semillas	31
7.2.2. Diámetro de semillas	32
7.2.3. Peso de semillas	33
7.3. Germinación de semillas	34
8. DISCUSIÓN	35
9. CONCLUSIONES	37
10. LITERATURA CITADA	38
ANEXOS 1	41
ANEXO 2	42

FIGURAS

Figura 1. Ejemplar del <i>Pinus pseudostrobus</i> en “El Esquilon”.	16
Figura 2. Distribución de <i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl. según Martínez (1948) y Mirov (1967)	18
Figura 3. Extracción de piedra en el lugar de estudio.	20
Figura 4. Localización regional del área de estudio.	21
Figura 5. Localidad del área de muestreo.	22
Figura 6. Población natural de <i>Pinus pseudostrobus</i> en “El Esquilon”.	23
Figura 7. Conos de <i>Pinus pseudostrobus</i> .	23
Figura 8. Longitud de conos.	24
Figura 9. Diámetro de conos	24
Figura 10. Extracción mecánica de semillas	25
Figura 11. Conteo de semillas y escamas.	26
Figura 12. Balanza analítica.	27
Figura 13. Germinación de semillas	28
Figura 14. Grafica de cajas y alambres para la variable longitud de conos.	30
Figura 15. Grafica de cajas y alambres para la variable diámetro de conos.	31
Figura 16. Grafico de cajas y alambres para la variable longitud de semillas.	32
Figura 17. Grafica de cajas y alambres para la variable diámetro de semillas.	32
Figura 18. Grafico cajas y alambres para la variable peso de semillas.	33
Figura 19. Grafica de velocidad de germinación basada en el porcentaje semillas germinadas a los 28 días.	34
Figura 20. Grafica de porcentaje de germinación de semillas por familia.	35

TABLAS

Tabla 1. Análisis de varianza para la variable longitud y diámetro de conos ...	31
Tabla 2. Análisis de varianza para la variable longitud y diámetro de semillas.	33
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable peso de semillas.	33

RESUMEN

El trabajo que se presenta está enfocado al estudio de la especie *Pinus pseudostrabus* Lindl, conocido comúnmente como pino blanco o teocote el cual se localiza en México y América Central entre los 800 a 2400 msnm, en suelos de origen volcánico, aunque su madera no es de gran importancia su resina es de gran utilidad tanto en la industria química como farmacéutica, así mismo lo más importante de esta especie es su uso potencial en los programas de reforestación.

Reconociendo a la variación como una de las herramientas fundamentales en los programas de mejoramiento genético, el objetivo central de este trabajo fue determinar esta basándonos en las diferencias morfológicas entre las familias de *Pinus pseudostrabus* Lindl. de una población localizada en El Esquilon municipio de Coacoatzintla Veracruz, para ello se evaluaron características de longitud y diámetro de conos, semillas de 20 árboles de *Pinus pseudostrabus* Lindl. procedentes de este sitio.

De los conos se evaluaron longitud y diámetro, número de semillas, semillas sanas, dañadas, así como óvulos abortados, de las semillas se midieron longitud, diámetro y peso, posteriormente las semillas se pusieron a germinar para evaluar el porcentaje de germinación y velocidad germinativa.

La variación encontrada de acuerdo al análisis podría ser de gran utilidad en estudio de manejo genético que se implementen en el futuro con esta especie, así mismo el potencial semillero y la viabilidad de la semilla representan una alternativa potencial para su uso en programas de reforestación.

SUMMARY

The work that this one appears focused on the study of the species *Pinus pseudostrobus* Lindl. known commonly as white pine or teocote which is located in Mexico and Central America between the 800 to 2400 msnm., in soils of volcanic origin, though his wood does not perform great importance his resin is of great usefulness so much in the chemical industry as pharmacist, likewise important mas of this species is his potential use in the programs of reforestation.

Recognizing to the variation as one of the fundamental tools in the programs of genetic improvement, the central aim(lens) of this work was to determine this one basing on the morphologic differences between the families of *Pinus pseudostrobus* Lindl of a population located in The Esquilon Coacoatzintla Veracruz's municipality, for it there were evaluated characteristics of length and diameter of cones and seeds of 20 trees of *Pinus pseudostrobus* Lindl. proceeding from this site(place).

Of the cones length and diameter were evaluated, I number of seeds, healthy, damaged seeds, as well as aborted ova, of the seeds length, diameter and weight measured up, later the seeds put to germinate to evaluate the percentage of germination and germinative speed.

The opposing variation of agreement to the analysis might be of great usefulness(utility) in study of genetic managing that is implemented in the future by this species(kind), likewise the potential seedbed and the viability of the seed represent a potential alternative for your use in programs of reforestation.

1. INTRODUCCIÓN

En México y a nivel mundial la pérdida de recursos forestales es cada vez más acelerada y preocupante, nuestros bosques y selvas no escapan a esta problemática ya que cada año se pierden miles de hectáreas de estos productos de diversas causas como la tala inmoderada, incendios forestales, cambio de uso de suelo, etc. Esta situación afecta de gran manera a aquellos países que están en vías de desarrollo y que por las necesidades de alimento y vivienda, además de su forma de tenencia de la tierra ejercen una gran presión sobre sus recursos naturales.

En general los factores que inciden en la pérdida de la cubierta forestal y, por ende, de los recursos forestales que albergan son complejos. Sin embargo, se reconocen como las principales presiones: la conversión de las tierras forestales a otros usos (agrícolas, ganaderos o urbanos); la extracción tanto legal como ilícita de productos forestales (maderables y no maderables); los incendios, las plagas y las enfermedades forestales (Matthews, 2000; SCBD, 2001a; PNUMA, 2003).

De tal manera que la riqueza forestal de muchos países en el mundo, incluido México, se encuentra en serio riesgo. A nivel mundial, entre 1990 y 2000 se perdieron anualmente cerca de 9 millones de hectáreas de cubierta forestal, a una tasa anual del 0.2 por ciento (FAO, 2005), que se tradujo en la pérdida irreversible de muchos de los servicios ambientales y de valiosos recursos forestales críticos por su importancia socioeconómica. Aunado a ello, no sólo se ha reducido la extensión de la cubierta forestal, sino también su calidad: se estima que tan sólo un 20 por ciento de la cubierta forestal del planeta tiene un nivel bajo de perturbación (WRI, 1997).

En México, la mayoría de las especie forestales se asocian con la obtención y utilización de madera, de hecho es el fin principal, sin embargo la utilidad de éstas es vasta y aunque la mayoría son utilizadas en este rubro existen algunas que como el *Pinus pseudostrobus* Lindl. son usadas por su gran producción de resina tanto en la industria química como en la farmacéutica (Eguiluz, 1978). Mas allá de esto la importancia de la especie, deriva en el apoyo que pudiera representar para la conservación de ecosistemas forestales y en programas de plantaciones y reforestación de entornos afectados ya que especies como el *Pinus pseudostrobus* Lindl. aparte de sus características como la alta producción de semillas, sus plántulas tienden a desarrollarse no solo en suelos profundos (CATIE, 1997) sino también en otros sustratos no muy favorables como son los calizos y delgados (Eguiluz,1978) lo que habla de una gran adaptación que puede aprovecharse en programas de reforestación en zonas afectadas y deforestadas como la del valle de Perote.

Con el objeto de lograr un aprovechamiento adecuado del bosque es necesario buscar alternativas de solución, una de estas es el mejoramiento genético y su aplicación a la silvicultura, entre estos se puede citar: la selección

y cruzamiento de individuos superiores, ensayo de procedencias, etc. (Wright, 1964).

En los últimos años se han realizado diversos trabajos para estudiar los patrones de variación de un gran número de especies del género *Pinus* con la finalidad de analizar la relación de esta en el grupo. Con respecto a esto se han encontrado diversos patrones de variación y Stead (1983) adopta aproximaciones taxonómicas numéricas para descifrar esos patrones.

El *Pinus pseudostrobus* Lindl. objeto de estudio se distribuye principalmente en zonas montañosas de los estados de Michoacán, Guerrero, Jalisco y Chihuahua, en altitudes que van desde los 800 a los 2400 msnm (Perry, 1991).

Aunque es común el desarrollo de esta especie en suelos, de 1 a 3 mts. de profundidad (Eguiluz, 1978) se ha encontrado que igualmente sobrevive y se desarrolla de manera satisfactoria en suelos pedregosos y de origen volcánico o andosoles (Catie, 1997).

Se pretende con este trabajo conocer si existen diferencias significativas entre familias de *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la población encontrada en El Esquilón tomando como base la variación en conos, semillas y plántulas, esto nos llevará a inferir diversas características de la especie en el sitio tan importantes como el potencial semillero, y por otro lado aprovechar la variación existente como herramienta en posteriores trabajos de conservación y restauración del sitio, así mismo es de gran importancia la conservación de esta población ya que esta junto con otros pequeños reductos en la zona del Cofre de Perote son de los pocos o tal vez los únicos manchones de esta especie con que se cuenta en el estado de Veracruz (Perry, 1991), es por eso que su conservación y mantenimiento es urgente y prioritario.

Así mismo se aprovechara la obtención de semilla para realizar un vivero de plantas de esta especie que podrían servir en programas de reforestación a futuro, lo que nos permitiría observar en posteriores estudios el nivel de adaptación del *Pinus pseudostrobus* Lindl. en otras condiciones y ambientes.

2. JUSTIFICACIÓN

La variación genética se presenta como el principal aliado y herramienta del mejoramiento genético, toca al investigador cuantificarla, aislarla y usarla (Alba, 1996) para asegurar que el manejo de determinada especie tenga éxito en todos los sentidos.

El hecho de observar las diferencias en la forma y tamaño de los árboles en un sitio determinado podría ser la primera muestra de la variación existente entre las familias, sin embargo esta apreciación puede ser engañosa ya que esta diferencia entra árboles podría deberse a factores externos.

De tal manera que es preferible llevar a cabo un muestreo en árboles que crezcan en condiciones similares y que presenten características deseables para que si se llegara a encontrar variación esta pudiera ser aislada, empaquetada y posteriormente replicada buscando obtener beneficios de dicha variación como el buscar fustes rectos, sanos, etc.

Las características de selección para cada árbol son individuales, esto es de gran relevancia si tomamos en cuenta lo importante que sería la cruce entre familia o el aislar y usar características de beneficio económico y ecológico para los fines que se persigan.

El conocimiento de la variación dentro de una especie es básico para definir los objetivos de un programa de mejoramiento de árboles (Zobel, 1984).

Una vez entendida la importancia de la variación como parte medular para el mejoramiento genético, nos toca mediante esta investigación saber el grado de variación en conos y semillas de las familias de *Pinus pseudostrobus* Lindl. encontradas en este sitio para conocer seleccionar y explotar las características de cada una de las familias en futuras investigaciones, por lo tanto la variabilidad genética presente en las poblaciones como esta, se constituirá en herramienta fundamental en la obtención de ganancias de los programas de mejoramiento genético.

El conocimiento genético de las poblaciones como las del trabajo presentado y las características de la variación existente, nos darán la pauta en la definición de estrategias de mejoramiento y nos ayudarán a predecir los resultados y consecuencias de la manipulación que se haga de dicha variación (Namkoong, 1984; Fonseca, 1982).

3. OBJETIVOS

Objetivo general

Determinar las diferencias de conos y semillas así como el potencial de producción de las familias del *Pinus Pseudostrobus* Lindl. ubicada en “El Esquilón” , Municipio de Coacoatzintla, Ver.

Objetivos específicos

- 1.- Determinar las diferencias existentes en diámetro y longitud de los conos, así como el número de semillas desarrolladas por cono.
- 2.- Determinar diferencias en peso, longitud y diámetro de semillas.
- 3.- Evaluar el porcentaje de germinación y la velocidad germinativa de la población.

4. HIPÓTESIS

Las características de longitud y diámetro de conos y semillas *Pinus pseudostrobus* Lindl. varían entre los árboles seleccionados en el sitio denominado “El Esquilón”, Veracruz.

5. REVISIÓN DE LITERATURA

5.1. Variación

5.1.1. Concepto

El concepto de la variación dentro de las especies arbóreas, se ha desarrollado desde un punto de vista taxonómico y biológico en las diferentes especies forestales, esta variación es observada tanto por los taxónomos que recolectan y observan las características morfológicas, así como por los silvicultores afectados por el movimiento de especies (Callaham, 1964).

Para Darwin, la variación en el seno de las especies, lejos de ser trivial, es la piedra angular del cambio evolutivo. Son las variantes genéticas que hay en las poblaciones o especies la materia prima de la evolución, con las que va a construirse toda la diversidad. Pues son estas diferencias individuales, las que al amplificarse en el espacio y en el tiempo, generarán toda la diversidad biológica (Barbadilla 1999).

Shaw (1914) consideró las posibilidades de variación como indefinidas y el grado de variación probablemente proporcional al cambio de clima.

5.1.2. Importancia

La determinación de la variación de algunas características tiene aplicación inmediata y directa en trabajos de mejoramiento genético, como en la selección de árboles; ejemplos de estas características son la rectitud del fuste, poda natural, tamaño de copa, velocidad de crecimiento entre otras (Bermejo, 1982).

En términos de la preservación de los recursos genéticos, podemos esperar que el mantenimiento del máximo nivel de variación genética en una línea sea benéfico, así como el mantenimiento de líneas múltiples que puedan servir como fuentes adicionales de información genética a través de la hibridación. De allí que la pérdida de variación genética por cualquier motivo (por ejemplo, selección prolongada, endogamia, aislamiento) resultará en una pérdida de potencial de adaptabilidad en una población (FAO, 1980).

5.1.3. Niveles de variación

Los factores que determinan la existencia de la variabilidad “dentro de” y “entre” especies son la migración, el aislamiento, el tamaño de la población, el

componente genético y la selección debida a diversas condiciones ambientales (Wright, 1964). Dichos factores en conjunto actúan sobre las poblaciones determinando la magnitud de la variación.

La utilización de de análisis estadísticos de componentes de varianza para obtener la variabilidad dentro las especies ha dado a conocer la existencia de diferentes niveles o clases de variación entre estas se encuentra la variación geográfica o entre procedencias, la variación entre localidades, la variación entre rodales e inclusive la variación dentro de los árboles (Zobel, 1984).

5.1.4. Otros estudios sobre variación

Bermejo (1980 y 1982) en su trabajo realizado con 7 poblaciones de *Pinus pseudostrabus* Var. Oaxacana y Martínez con 2 poblaciones de *Pinus pseudostrabus* Lindl. en el estado de Chiapas observaron las diferencias a diversos niveles como variación de árboles dentro de localidades y variación entre localidades, encontrando que la mayor de esta se da en mayor grado entre familias que entre localidades, por otro lado se encontró que no existe correlación aparente con algún factor del medio. La variación se hizo patente en la mayoría de las características siendo el número de acículas por fascículo la característica menos variable.

Niestadedt (1960) menciona tres metodologías para la evaluación de la variación de las poblaciones de árboles forestales siendo estas:

1.-Los estudios de características morfológicas a través de muestreos de poblaciones naturales en el área de distribución natural de la especie.

2.-Estudios de vivero o bajo condiciones ambientales controladas en caracteres juveniles de plántulas.

3.- Estudios de procedencias en caracteres de plantas adultas, mediante la utilización de plantaciones establecidas fuera del hábitat natural de la especie.

Barret (1972) estudió la variación de caracteres morfológicos en poblaciones naturales de *Pinus patula* Schl. Et Cham. , para ello analizó cuantitativamente caracteres morfológicos de acículas, conos, y semillas de 16 procedencias a través de su área de distribución. De acuerdo al análisis encontró que parte de la variación de las características de los conos se debe a las diferencias entre las poblaciones y en cambio la variación observada en las características de las semillas es atribuible a las diferencias encontradas entre y dentro de los árboles.

Uno de los estudios importantes para el estudio de esta especie es el realizado por Stead (1983) el cual a través de la variación de características anatómicas y morfológicas de acículas y características morfológicas de conos, llevó a cabo un estudio taxonómico para las especies del grupo *Pseudostrobus* en base a la clasificación establecida por Martínez (1948).

La especie de *Pinus pseudostrobus* Lindl. es una especie altamente variable a nivel intraespecífico por lo tanto los estudios que se realicen en cuanto a variación deben ser muy profundos y detallados muestreando para ello el mayor número posible de familias que sean representativas de su área de distribución natural para así poder obtener la mayor información posible de sus patrones de variación (Stead, 1983).

Caballero (1967) realizó un estudio comparativo entre *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb. tomando en cuenta las variación en plántulas y semillas de poblaciones localizadas en los estados de México y Michoacán. Entre las variables estudiadas están longitud y diámetro de semilla, número de días de germinación, capacidad de germinación y altura de plántulas. Se realizaron análisis de varianza de las características estudiadas y se encontró que en todas estas había diferencias significativas entre árboles dentro del sitio así como una gran variación entre los sitios de una misma especie.

Plancarte (1990) en su trabajo con conos y semillas de *Pinus greggii* encontró diferencias altamente significativas entre árboles del sitio para las variables peso de semillas, longitud de conos y producción de semillas entre árboles y entre procedencias, este autor insinúa la posibilidad de que el cono se acorte cuando aumenta la densidad del rodal sin que esto afecte la cantidad de semillas por cono.

Diversos estudios de variación y pruebas de procedencias de diferentes especies en distintos sitios, han demostrado que los patrones de variación no son los mismos para todas las características morfológicas ya que estas responden de manera diferente a sitios específicos generando un comportamiento único para cada uno (Alba, 1996).

Menchaca (2000) estudió la variación entre conos y semillas de *Pinus oaxacana* Mirov. en la zona del Cofre de Perote, específicamente para las variables longitud y diámetro, así como peso de semillas y número de semillas por cono encontrando diferencias significativas entre sitios y entre familias dentro del sitio para todas las variables estudiadas.

Mendez, Mendizábal y Alba (2001) en su estudio de variación de semillas de *Pinus hartwegii* encontraron variación semejante para las variables longitud, diámetro y peso de semillas en la mayoría de las poblaciones evaluadas con excepción del Parque Nacional Cofre de Perote que presentó los valores más altos en el coeficiente de variación.

5.2. La especie *Pinus pseudostrobus*

Sinonimia. *P. orizabae* Gord. (Journ. Hort. Soc. Lond. 1846)

Nombres comunes: Pino blanco, Pino chalmate, Pino lacio, Pino liso

(Eguiluz, 1978; Perry, 1991; Farjon *et al.* 1997).

5.2.1. Taxonomía

Según Perry (1991) *Pinus pseudostrobus* Lindl. está ubicado taxonomicamente en las siguientes categorías:

Reino Vegetal

División Spermatophyta

Subdivisión Gymnospermae

Orden Coniferales

Familia Pinaceae

Genero Pinus

Especie *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Esta especie fue descrita por Lindley en 1938 y de acuerdo a este presenta una gran variación entre familias de un mismo sitio. Se caracteriza por tener hojas delgadas, conos ovoides, entrenudos largos y corteza casi lisa en etapas juveniles. Tiene parentesco cercano con *Pinus montezumae*, de tal manera que a veces es difícil diferenciarlos.

Es originario de Michoacán, en tiempos del autor de la descripción presento referencias vagas propias de esta época y se refería a esta especie como solo un pino de madera dura con hojas finas y conos de 10 cm de largo por 3.8 cm de diámetro.

Shaw (1909) en su monografía sobre Pinos de México considera a *Pinus pseudostrobus* de una manera general y considera a *Pinus apulcensis* como una variedad de este y resalta de esta especie la gran prolongación de su apófisis.

Según la literatura *P. pseudostrobus* no ha sido implicado nomenclaturalmente en la taxonomía del grupo *pseudostrobus*, sin embargo Stead y Styles (1984) mencionan que malas colectas o incompletas de *P. montezumae* son muy difíciles de diferenciar de *P. pseudostrobus*.

Shaw (1909) agrupó como *Pinus pseudostrobus* a algunos que había sido considerados como especies tales como el *Pinus tenuifolia* Benth., *Pinus orizabae* Gord. , *Pinus apulcensis* Lindl., etc.

Martínez (1948) encontró que aunque estos pinos son muy parecidos en su estructura general presentan diferencias en conos y en la estructura de las hojas por lo cual a su parecer era necesario un nuevo arreglo sistemático, de

tal manera que el considera para *Pinus pseudostrobus* una forma y cuatro variedades:

Pinus pseudostrobus Lindl. con una forma : f. protuberans

Pinus pseudostrobus Lindl. Var. oaxacana Martínez.

Pinus pseudostrobus Lindl. Var. apulcensis Martínez.

Pinus pseudostrobus Lindl Var. coatepecensis Martínez

Pinus pseudostrobus Lindl Var. estevezi Martínez.

5.2.2. Descripción botánica



Figura 1. Ejemplar del *Pinus pseudostrobus* en “El Esquilón”.

Esta especie presenta árboles de 20 a 45 m de altura y un diámetro de hasta 1.5 m, fuste recto, entrenudos largos con ramas extendidas, corteza lisa en sus épocas juveniles además de gruesa y escamosa al envejecer; ramillas delgadas y frágiles con largos entrenudos color café rojizo. Los árboles son de rápido crecimiento en su etapa juvenil (Eguiluz, 1978; Shaw, 1978; Perry, 1991; Martínez, 1992; Farjon *et al.*, 1997).

Sus hojas regularmente en grupos de 5, muy delgadas con tinte amarillento y finamente aserradas, de 2 a 3 canales resiníferos medios. Vainas persistentes, anilladas de 12 a 15 mm (Eguiluz, 1978; Shaw, 1978; Perry, 1991; Martínez, 1992; Farjon *et al.*, 1997).

Conos ovoides de 8 a 15 cm de largo por 5 a 7 cm de diámetro, de color café claro, amarillentos o negros, extendidos muy levemente encorvados en ocasiones, un poco asimétricos, poco caedizos y sobre pedúnculos de 10 a 15

mm. a veces mayores, regularmente de 140 a 190 escamas que abren gradualmente, generalmente gruesas y lignificadas, apófisis de ligera a fuertemente levantada sobre todo en un lado del cono, su color es café opaco y con el tiempo se vuelve grisáceo (Eguiluz, 1978; Shaw, 1978; Perry, 1991; Martínez, 1992; Farjon *et al.*, 1997).

Las semillas son levemente triangulares, oscuras de 5 a 7 mm de largo por 3 a 4.5 mm de ancho, con ala articulada de 20 a 25 mm de largo por 6 a 9 mm de ancho, con 6 a 8 cotiledones (Eguiluz, 1978; Shaw, 1978; Perry, 1991; Martínez, 1992; Farjon *et al.*, 1997). Se calcula un promedio de 46,003 semillas por kilogramo.

La madera es de color blanco amarillento, sin diferencia entre albura y duramen; con olor a resina, madera suave de textura fina; peso ligero. Canales resiníferos abundantes y normalmente localizados en la parte exterior del anillo de crecimiento (Eguiluz, 1978).

5.2.3. Distribución

En México esta especie se desarrolla en climas cálido-templadas o subtropicales, entre los paralelos 17° 15' a 29° 25' latitud norte y los meridianos de 92° 05' a los 108° 35' longitud oeste (Eguiluz, 1978). Se localiza en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre del Sur, Sierra de Chiapas, Eje Volcánico Transversal y parte de la Sierra Madre Occidental encontrándose desde Centroamérica hasta Honduras y norte de Nicaragua (Mirov, 1967; Eguiluz, 1978; Shaw, 1978; Farjon *et al.*, 1997).

Pinus pseudostrobus se encuentra en los estados de Chiapas, Chihuahua, Distrito federal, Guanajuato, Guerrero, Hidalgo, Jalisco, Estado de México, Michoacán, Morelos, Nuevo León, Oaxaca, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Tamaulipas, Tlaxcala, y Veracruz (Mirov, 1967; Eguiluz, 1978; Shaw, 1978; Martínez, 1992).

En Veracruz se han reportado poblaciones en los municipios de Perote cercano a las faldas del cofre del mismo nombre y en Coacoatzintla (El Esquilón).

Martínez (1948) refiere que esta especie se distribuye en climas templados y frecuentemente se ve asociado con *Pinus montezumae* con el que tiene gran parentesco. Se encuentra en suelos relativamente profundos, bien drenados y de origen volcánico.

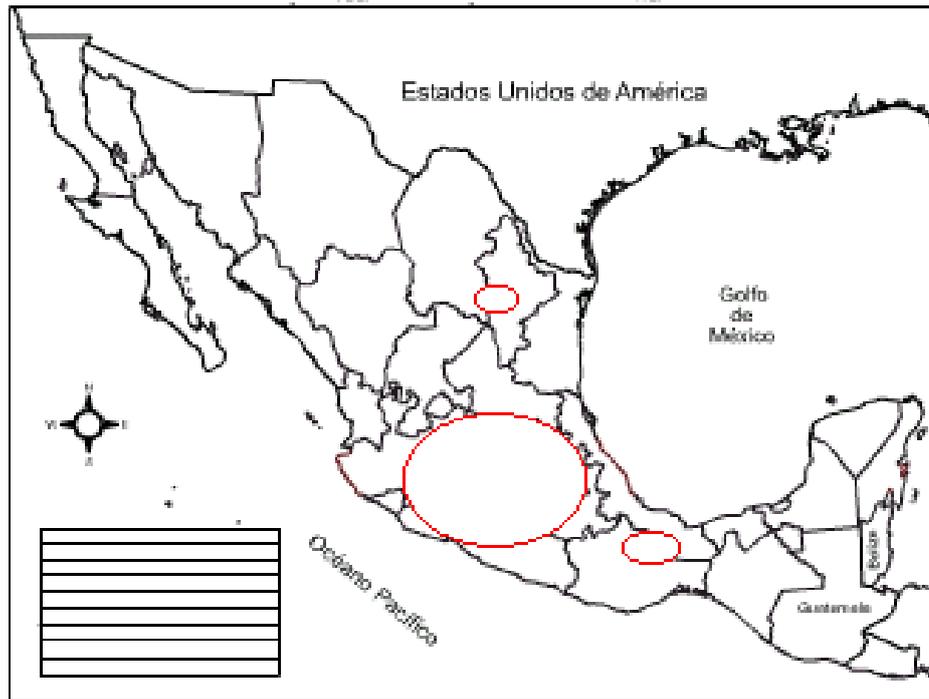


Figura 2. Distribución de *Pinus pseudostrobus* Lindl. según Martínez (1948) y Mirov (1967)

5.2.4. Ecología

El *Pinus pseudostrobus* Lindl. es una especie que ocupa laderas montañosas en altitudes de 1600–2400 msnm. En bosques de pino encino su rango altitudinal es de 1000 a 3250 msnm. También es frecuente en bosques de otras coníferas, particularmente oyamel. Es común en sitios con suelos profundos y húmedos con influencia tropical. En Michoacán y Jalisco ocupa gran parte de los sitios entre los 200 y 2800 msnm.

Esta es una especie frecuentemente asociada con *Pinus montezumae*, *Pinus chiapensis*, *Pinus ayacahuite*, *Pinus patula*, además de *Abies religiosa*, y *Quercus sp.* Su rango altitudinal es muy amplio y va desde los 1600 hasta los 3250 msnm en México, pero se ha observado un mejor desarrollo y calidad a los 2500 msnm (Mirov, 1967; Eguiluz, 1978; Perry, 1991; Martínez, 1992; Farjon *et al.*, 1997).

Según Loock citado por Vázquez *et al.* (1962), esta especie se encuentra distribuido desde los 2,133 hasta los 3,048 m de altitud bajo precipitaciones anuales de más de 890 mm.

Eguiluz (1978) reporta que se ha encontrado en Michoacán y Oaxaca en suelos café- amarillentos de textura areno-arcillosa con profundidades de 1 a 3 metros. Regularmente presentan una capa de humus de 10 a 30 cm. y un PH de 4.5 a 7.0, con bajos contenidos de fósforo, medios de calcio y altos de nitrógeno.

5.2.5. Importancia económica

Como se ha mencionado en apartados anteriores este es un pino de crecimiento rápido en sus etapas tempranas, de fustes largos y rectos buen productor de resina que se ocupa en el ramo industrial específicamente para la fabricación de brea y aguarrás, en el ramo farmacéutico esta resina se ocupa en productos para el tratamiento de problemas musculares, se explota principalmente en el centro y sur del país. Tiene madera de buena calidad la cual es usada para fabricar triplay, chapa, pulpa y papel, celulosa y los sobrantes son usados para la fabricación de rejas para empaque (Eguiluz, 1978; Martínez, 1992).

En las zonas rurales como la zona de estudio esta madera es muy usada en la fabricación de muebles rústicos para el hogar como mesas, sillas, etc. así como combustible o leña para la fabricación de alimentos.

5.2.6. Problemática del área de estudio

Contrario a muchos otros lugares que tiene especies forestales y que su aprovechamiento para la obtención de madera es la principal actividad, en nuestro lugar de estudio "El Esquilon" la actividad principal esta enfocada a la extracción de piedra y grava, aprovechando el suelo predominante que es de origen volcánico, esto a traído como consecuencia que al afectar el entorno edáfico se derriben gran cantidad de árboles o que se este afectando la parte radicular de estos provocándoles daños considerables o hasta la muerte de muchos pinos de la especie estudiada así como de otras mas que son nativas de esta zona.

Por otro lado es evidente el desinterés existente por parte de los pobladores de este lugar por llevar a cabo labores silvícolas como podas, aclareos, fertilización etc. para beneficio de estas poblaciones, todo lo anterior ha provocado que la población de *Pseudostrobus* haya disminuido de manera considerable.



Figura 3. Extracción de piedra en el lugar de estudio.

6. MATERIAL Y MÉTODOS

6.1. Zona de estudio

El Esquilón, lugar de estudio se encuentra ubicado en el municipio de Coacoatzintla, sobre la carretera Xalapa-Misantla y pertenece a la región central del estado de Veracruz, se localiza dentro de las coordenadas $19^{\circ} 39'$ latitud norte y $96^{\circ} 56'$ longitud oeste, a una altura de 1460 msnm con un clima templado húmedo, una temperatura media de 12.5°C y una precipitación pluvial media anual de 1780.3 mm.



Figura 4. Localización regional del área de estudio.

El régimen de tenencia de la tierra es de tipo ejidal, y la principal actividad en este lugar es la extracción de piedra y grava volcánica lo que ha provocado escaso interés en el manejo y conservación de la población de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y por lo consiguiente un gran deterioro no solo de la masa arbolada sino también del estrato edafológico del lugar.



Figura 5. Localidad del área de muestreo.

6.2. Selección de árboles

Se seleccionaron 20 árboles de la población cuya separación mínima fue de 80 metros para evitar parentesco, sanos y con características fenotípicas deseables, tomando en cuenta buenos parámetros en cuanto a fuste, copa y poda según Baloncchi (1990).

- a) Distancia mínima de 80 m y máxima de 100 m entre árboles.
- b) Rectitud de fuste con buena calificación en la escala establecida de 1 a 3. En la que 1 es mala, 2 regular y 3 buena.
- c) Calidad de copa en escala de 1 a 3.
- d) Que los árboles seleccionados estuvieran libres de plagas.

Se tomaron los datos de éstas variables, así como la altura y el diámetro de los árboles seleccionados, marcándolos del 1 al 20 y elaborando un croquis de ubicación de dichos árboles en el sitio de estudio.

6.3. Colecta de conos

La colecta de conos puede realizarse de septiembre a febrero (Patiño 1983) en este lugar se realiza en los meses de noviembre a enero, en estas fechas es

cuando los conos ya son maduros y es el momento ideal para llevar a cabo el acopio de conos. (USDA).

Para el presente trabajo se recolectaron los conos en el mes de noviembre y se realizo de manera aleatoria buscando que la colecta fuera representativa de la población.



Figura 6. Población natural de *Pinus pseudostrabus* en “El Esquilon”.

Los conos se obtuvieron por medio del ascenso directo a los árboles, con cuerdas y espolones metálicos o con ayuda de tijeras especiales con extensión de aluminio para cortarlos de las ramas, de acuerdo a la metodología recomendada por Alba (1993).

De cada árbol se cortaron diferente cantidad de conos buscando un mínimo de 60 conos los cuales fueron separados en bolsas debidamente etiquetados, anotando número de árbol y número de conos colectados. Posteriormente a esto y ya bien etiquetados se procedió a su transporte.



Figura 7. Conos de *Pinus pseudostrabus*.

6.4. Análisis de Conos

6.4.1. Medición de longitud y diámetro de conos

En el laboratorio de Genética Forestal se procedió a examinar los conos, a los cuales se tomaron datos de longitud y diámetro, para esto se usó un vernier digital metálico con aproximación al milímetro.

La longitud del cono se midió desde el pedúnculo hasta la punta (figura 8) según recomendación hecha por Plancarte (1990).



Figura 8. Longitud de conos.

El diámetro de los conos se obtuvo tomando dos medidas perpendiculares entre si en la parte mas gruesa del cono (figura 9) según lo recomendado por Bramlett (1977).



Figura 9. Diámetro de conos

Se determinó el tamaño de muestra adecuado para cada árbol aplicando un muestreo aleatorio simple (Mendehall, 1990) utilizando la fórmula:

$$n = N \sigma^2 \frac{(1)}{(N-1)(\beta^2/4) + \sigma^2} \quad (1)$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = número de elementos de la población

σ = varianza

β = error de la estimación (0.25 cm)

6.5. Análisis de semillas

6.5.1. Extracción de semillas

Para realizar la extracción de semillas fue necesario el secado de conos, el cual consistió en exponerlos al sol para que se iniciara la separación de las escamas y se facilitara la extracción de las semillas.

Una vez abiertos los conos las semillas se extrajeron de dos maneras: La primera fue de forma manual golpeando el cono a la mesa según lo mencionado en USDA (1977) y la segunda se realizó de manera mecánica con ayuda de un taladro (figura 10) con el cual se abrió el cono en su totalidad para extraer la semilla que no se pudo sacar en la primera extracción.



Figura 10. Extracción mecánica de semillas

6.5.2. Número de semillas por cono

De los conos analizados se realizó un conteo de semillas, tomando en cuenta las semillas desarrolladas, llamadas como tales aquellas que presentan tamaño normal y testa completa según metodología de USDA (1977), además se tomaron otros datos como semillas dañadas y vanas, escamas fértiles e infértiles así como total de óvulos abortados en el primero y segundo año (figura 11), de este análisis se obtuvieron características de cada cono y/o familia tales como:

Potencial de producción de semillas.

Total de semillas desarrolladas (TSD).

Porcentaje de semillas desarrolladas (%SD).

Porcentaje de semillas llenas (%SLL).

Porcentaje de óvulos abortados.



Figura 11. Conteo de semillas y escamas.

6.5.3. Largo y ancho de semillas

Para el análisis de largo y ancho de semillas, primero se determinó el tamaño de muestra, según fórmula 1, este fue de 4 semillas por cono.

Posteriormente se tomaron los registros de largo y ancho con apoyo de un vernier solar Digimatic con aproximación al milímetro, tomando como ancho la medida obtenida de la parte central de la semilla y como largo la medida registrada desde la base hasta la punta de ésta.

6.5.4. Peso de semillas

Posteriormente se procedió a realizar el peso de semillas utilizando una balanza analítica según recomendaciones del manual de ISTA (1976), se tomaron los valores de estas mediciones y se realizó la base de datos para su análisis estadístico.

Para obtener el tamaño de muestra por cono se utilizó la fórmula siguiente:

$$n_i = \frac{Z^2 \cdot 1-\alpha / 2 S_i^2}{\varepsilon_i^2} \quad (2)$$

Donde:

n_i = Tamaño de muestra

Z^2 = Nivel de confianza (95%)

S_i^2 = Varianza

ε_i^2 = Margen de error

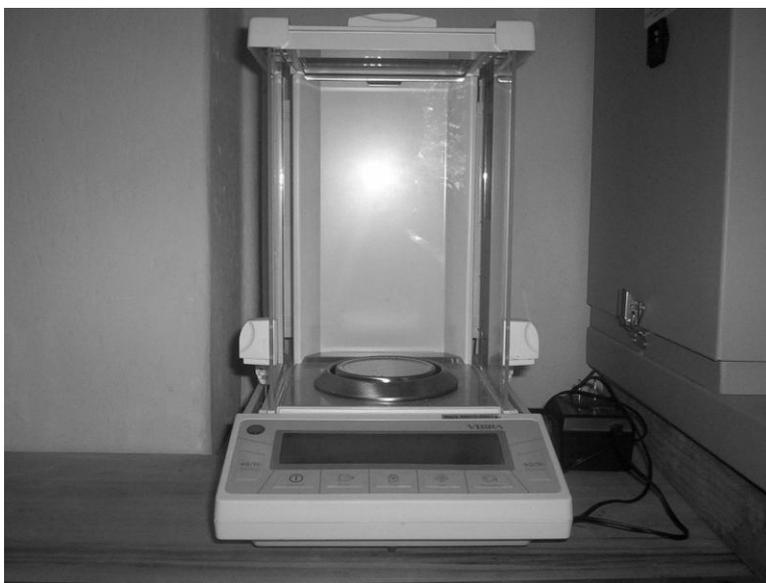


Figura 12. Balanza analítica.

6.6.4. Germinación de semillas

Las semillas extraídas se pusieron a germinar en charolas de unicel de 200 cavidades, utilizando un sustrato de Lombricomposta y arena con una proporción de 1: 1.

Las charolas fueron marcadas según el árbol y cono al que pertenecieran las semillas sembradas.

El propósito de este análisis era conocer características tales como velocidad y porcentaje de germinación de semillas por familia.

Para conocer la velocidad de germinación se realizó una inspección diaria de las charolas durante un lapso de 30 días a partir de la siembra, y se notó que el inicio de la germinación en las charolas fue a los 25 días después de sembradas, se tomó como germinadas para las estadísticas aquellas que ya habían emergido del sustrato en su totalidad.



Figura 13. Germinación de semillas

El porcentaje de germinación se obtuvo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ germinación} = \frac{\text{No. de semillas germinadas}}{\text{Total de semillas sembradas por árbol}} \times 100$$

6.7.3. Análisis estadístico

Se realizó un análisis exploratorio con los datos obtenidos a través de estadísticas descriptivas, gráficas de cajas y alambres. Se determinó la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los árboles del sitio para las variables evaluadas, mediante un análisis de varianza con el siguiente modelo lineal de efectos fijos.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, 20$

Donde:

Y_{ij} = variable respuesta

M = efecto de la media general

A_i = efecto del i -ésimo árbol

E_{ij} = error aleatorio

Por último se realizó la prueba de Tukey para comparación de medias y determinar grupos homogéneos. Estos análisis fueron realizados con el paquete Statística (Stat –Soft, 1998).

7. RESULTADOS

7.1. Análisis de conos

7.1.1. Longitud y diámetro de conos

De acuerdo a los resultados obtenidos se pudo observar que existieron diferencias entre árboles en cuanto a la longitud de conos, ya que encontramos conos desde 76 hasta 120 mm (figura 14) con algunos casos atípicos. Siendo los árboles 5 y 7 los menores.

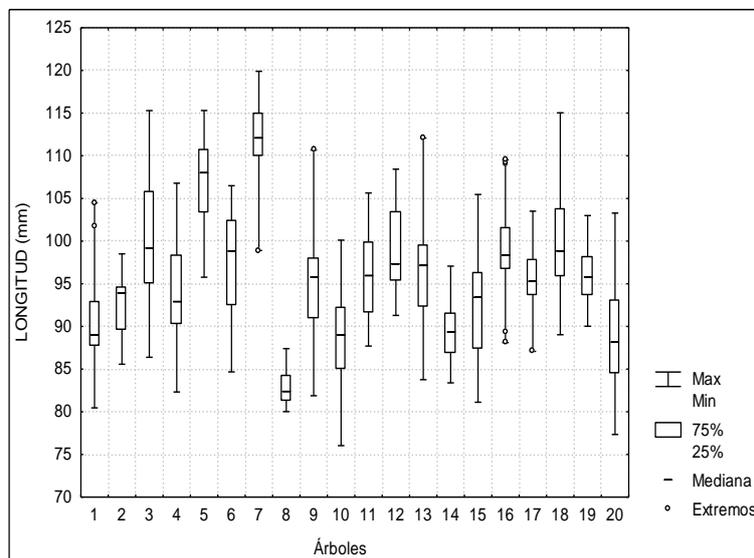


Figura 14. Gráfica de cajas y alambres para longitud de conos.

Para el diámetro también se encontraron diferencias entre árboles, siendo los árboles 2, 7, 13 y 16 los que presentaron más del 50% de sus conos con valores por arriba de 56 mm y los árboles 1, 5, 10, 11, 17 y 18 con este mismo porcentaje de conos con diámetros menores de 48 mm (figura 15).

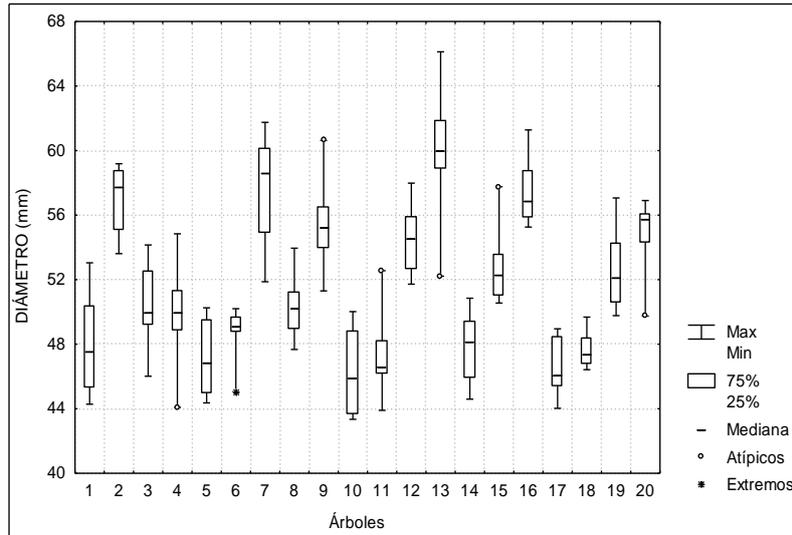


Figura 15. Gráfica de cajas y alambres para árboles diámetro de conos.

La variación existente la corroboramos con el análisis de varianza realizado el cual nos dio un p menor que .05 tanto para longitud como para diámetro lo cual nos indica la existencia de diferencias significativas de tamaños entre conos de árboles.

Tabla 1. Análisis de varianza para longitud y diámetro de conos.

	No. Árbol	df effect	Ms effect	df error	Ms error	f	p level
Longitud	20	19	104.8	595	31.68	33.11	0.01
Diámetro	20	19	306.2	232	13.83	22.14	0.01

7.2. Análisis de semillas

7.2.1. Largo de semillas

La variación existente en el tamaño de semillas se observa tanto en el largo como en el ancho. El 90% se encuentra en el rango de 5.5 a 7.0 mm.

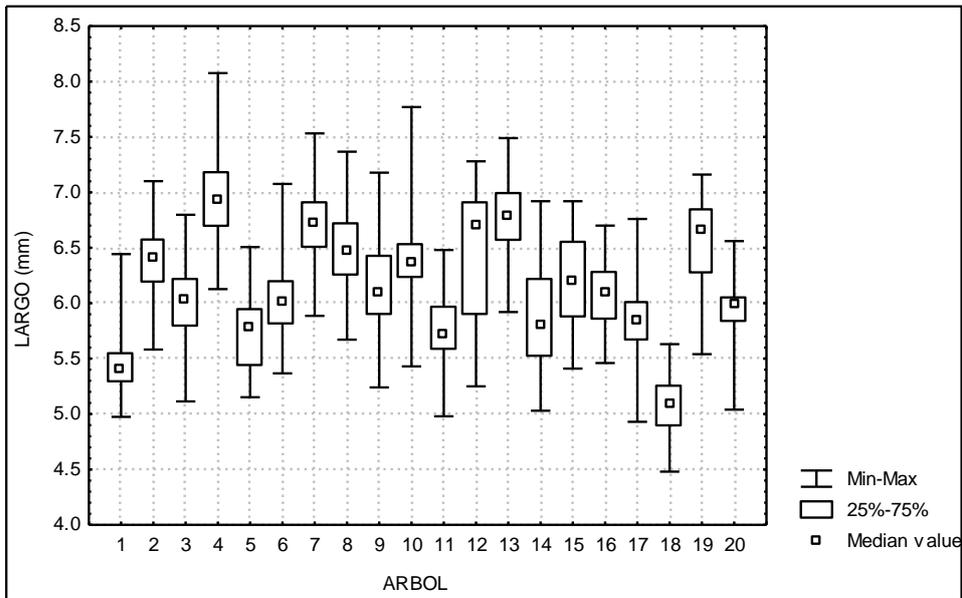


Figura 16. Grafico de cajas y alambres para el largo de semillas.

7.2.2. Ancho de semillas

En cuanto al ancho de semillas también existen diferencias entre los árboles muestreados, aunque la mayor parte de valores están en el rango de 3 a 4 mm.

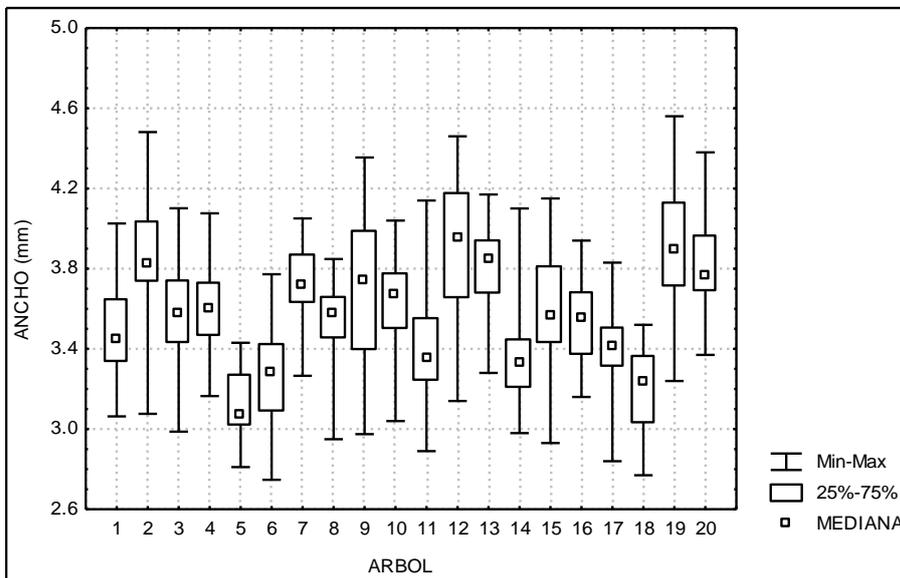


Figura 17. Grafica de cajas y alambres para diámetro de semillas.

La variación observada en los análisis anteriores se demuestra con el análisis de varianza el cual arroja un $p \leq 0.05$ lo cual es indicativo que existen diferencias significativas para diámetro de semillas.

El análisis de varianza apoya lo anterior de acuerdo al p level obtenido el cual es menor que 0.05 lo cual indica que existen diferencias significativas entre árboles analizados (tabla 2).

Tabla 2. Análisis de varianza para la variable longitud y diámetro de semillas.

	No. Arbol	df effect	Ms effect	df error	Ms error	f	p level
Largo	20	19	43.06	4097	0.1206	356.86	0
Ancho	20	19	2.17	780	0.06	35.53	0.01

7.2.3. Peso de semillas

Para el peso de semillas también se encontraron diferencias dentro y entre árboles, siendo el 12 y el 13 los que presentaron los mayores valores (arriba de 0.016 grs), mientras que las familias 1, 3, 10, 17 y 18 presentaron el 50% o mas de sus semillas por debajo de este valor.

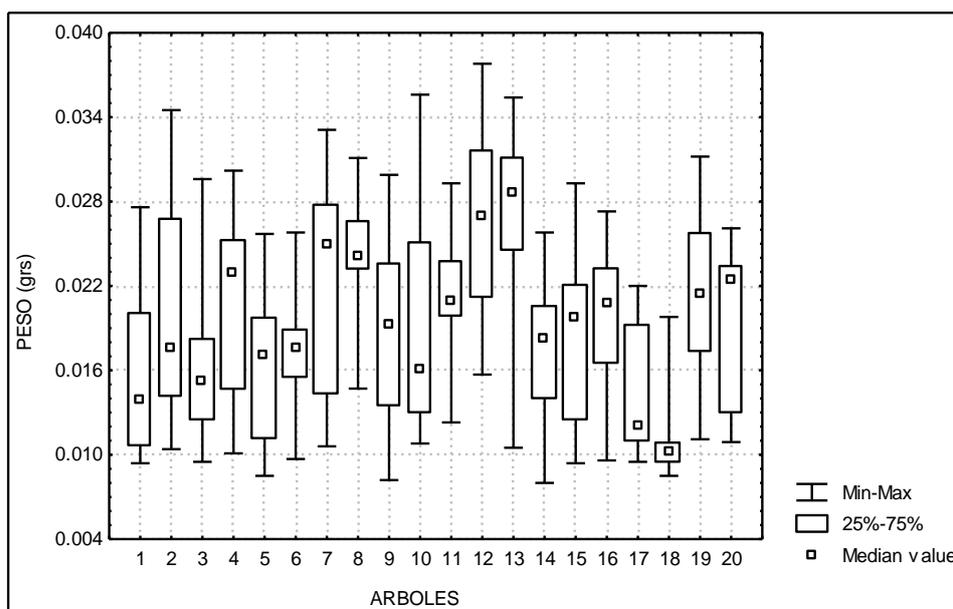


Figura 18. Grafico cajas y alambres para peso de semillas.

El análisis de varianza arroja un $p \leq 0.05$ lo cual nos indica que si existen diferencias significativas entre las familias analizadas para la variable peso de semillas.

Tabla 3. Análisis de varianza para peso de semillas.

Árbol	df effect	Ms effect	df error	Ms error	F	p-level
20	19	0.00634	780	0.000029	21.56430	0.01

7.3. Germinación de semillas.

Con respecto a esta característica se encontró que hubo diferencias entre árboles en cuanto al porcentaje y velocidad de germinación de las semillas sembradas.

Las primeras semillas germinadas se presentaron a los 25 días de siembra y fueron de las familias 5,14 y 20. En general las familias que presentaron mayor velocidad de germinación a los 28 días fueron las familias 4,5,14 y 20, mientras que las familias con el menor porcentaje de esta característica fueron la 2, 3 y 11, los valores en general se describen en la tabla que aparece en el anexo.

En la grafica siguiente se distingue las diferencias en la velocidad de germinación basada en las semillas germinadas hasta ese día del total de semillas germinadas por cada familia, en este sentido destacan las familias 5, 14 y 20, que son las familias que mayor porcentaje de semillas germinadas presentaron hasta ese día.

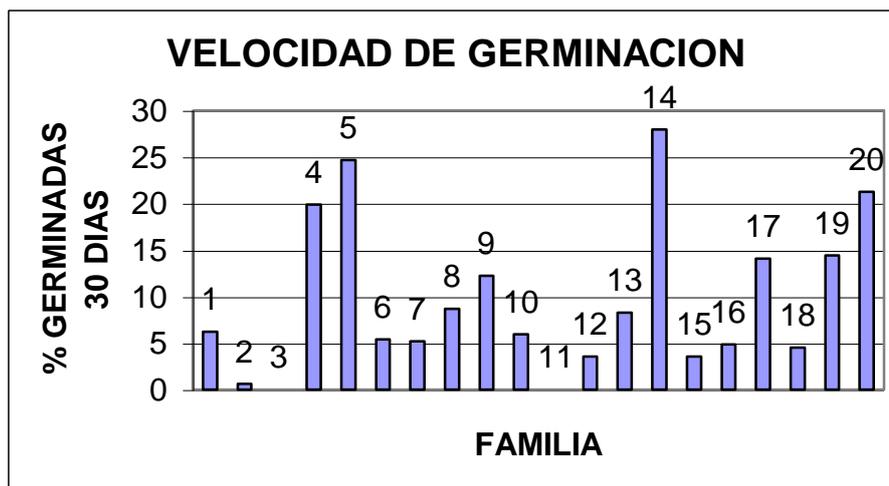


Figura 19. Gráfica de velocidad de germinación basada en el porcentaje semillas germinadas a los 28 días.

En cuanto a la germinación de las semillas sembradas también se observaron diferencias en el numero de semillas que germinaron por cada familia, se sacaron porcentajes de germinación de semillas de acuerdo al total de semillas sembradas por cada familia y en base a ello se obtuvo la siguiente grafica en la cual se observa que los porcentajes de viabilidad o germinación de las semillas mas altos fueron los de los árboles 13, 4 y 7 en ese orden, mientras que las familias que presentaron menores porcentajes de germinación fueron las familias 18, 9 y 3.

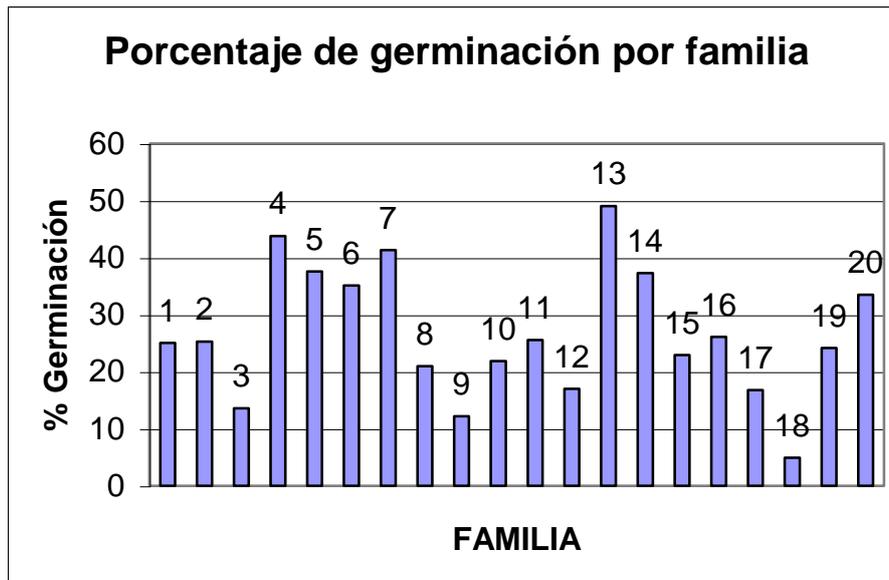


Figura 20. Gráfica de porcentaje de germinación de semillas por familia.

8. DISCUSIÓN

Algunas publicaciones de la Semarnat refieren que el norte del país los conos de *Pinus pseudostrobus* Lindl. alcanzan a medir entre 12 y 16 cm, Moreno (1983) menciona tamaños de 7 a 14 cm. En la población estudiada el mínimo en cuanto a longitud de conos fue de 8.3 cm y solo algunos conos llegaron a más de 11 cm con lo que puede interpretarse que el suelo y las condiciones ambientales pueden ser determinantes en el tamaño de conos de esta especie.

Para las variables evaluadas en los conos, es posible seleccionar a nivel de familias, pues existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

Moreno (1983) en su estudio de variación morfológica de *Pinus pseudostrobus* en 4 poblaciones naturales de los estados de Puebla, México y Morelos, reporta una variación del 51 % entre árboles, de un 44 % entre árboles y del 5% entre localidades.

Bermejo en (1980) reporta que para la variable longitud de conos la mayor variación fue encontrada entre árboles y en menor grado entre localidades.

Los resultados obtenidos en conos y semillas coinciden con los de Menchaca en (2000) que encontró diferencias estadísticamente significativas para las variables longitud y diámetro de conos, número, largo y ancho de semillas entre sitios y entre árboles en la especie *Pinus oaxacana* Mirov.

El peso de semillas presento también diferencias significativas entre familias contrario al estudio de Menchaca en (2000) que no reporta diferencias significativas en su estudio.

El valor promedio para longitud de conos de 9.75 cm se aproxima al de 10.5 cm reportado por Moreno (1983) y al de Martínez (1948) que describe al *Pinus pseudostrobus* con conos de 8 a 10 cm de largo.

Los valores encontrados para diámetro de semillas fueron entre 4.8 y 5.6 centímetros, mientras que Bermejo (1982) reporta valores para esta característica de 5.01 a 6.44 cm en su estudio realizado en el estado de Chiapas.

Esto podría reafirmar lo dicho por Moreno en (1983) el cual menciona que el diámetro de conos tiene una estrecha relación con la altura media y la latitud de los sitios.

9. CONCLUSIONES

El estudio realizado al material vegetativo del *Pinus pseudostrobus* Lindl. nos permite aportar las siguientes conclusiones.

La variación encontrada pudo ser observada primeramente dentro de árboles siendo inclusive igual o más significativa que entre la variación que se da entre familias.

De acuerdo a los resultados obtenidos desde el tamaño de muestra se pudo observar que existe gran diferencia entre los conos colectados en cuanto a las medidas de largo y ancho de conos, lo cual era indicativo de un alto grado de variación presente en estas dos variables no solo entre familias sino también dentro de un mismo árbol.

Tomando en cuenta los análisis de varianza, comparación de medias etc. podemos afirmar que existen diferencias estadísticamente significativas para las variables largo y ancho de conos, peso, largo, ancho de semillas, así como en la velocidad y potencial de germinación de semillas.

Contrario a otros estudios realizados como el caso de Menchaca que no encontró diferencias significativas en peso de semillas, en el presente estudio si se encontraron diferencias significativas para esta variable.

10. LITERATURA CITADA

- ALBA, L. J. 1993. Colecta y manejo de semillas forestales. Centro de Genética Forestal, Universidad Veracruzana, Xalapa, México. 62-63 p.
- ALBA, L. J. 1996. Mejoramiento Genético Forestal en el Estado de Veracruz. Tesis de Maestría en Ecología Forestal. Centro de Genética Forestal, U.V. Xalapa, Ver. México. 36 p.
- BALONCCHI, E. C. 1990. CAMCORE tree improvement program. Bulletin on tropical forestry. No. 7 Nort Carolina Sate University. Raleigh, North Carolina. 36 p.
- BARBADILLA, A. 1999. Departamento de Genética y Microbiología. Universidad Autónoma de Barcelona 08193 Bellaterra (Barcelona), p 43.
- BARRET, W.H.G. 1972, Variación de caracteres morfológicos en poblaciones naturales de *Pinus patula* Schl. Et. Cham. En México, I.D.I.A. Suplem. For. No. 7: 9-35 p. I.N.T.A. Argentina.
- BERMEJO, V.B. 1980. Estudio de variación de características morfológicas de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* Mtz. en Chiapas. Tesis profesional U.A.CH. Chapingo, Mexico. 52 P.
- BERMEJO, V.B. 1982. Variación morfológica en características de hojas y conos de *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* en poblaciones naturales de Los Altos de Chiapas, UACH/INIF. 43 p.
- BRAMLETT, D.L. ; BELCHER, Jr. E.W. ; DEBARR, G.L. HERTEL, G.D. ; KARRFALT, R.P. ; LANTZ, C.W. ; MILLER, T. ; WARE, K.D. and YATES III, H.O. 1977. Cone analisys of southern pines. A guidebook. USDA Forest Servise. General Tachnical Report SE 13. Atlanta Georgia. USA. 18 p.
- CABALLERO, D.M. 1967. Estudio comparativo de dos especies de pinos mexicanos (*Pinus pseudostrobus* Lindl. y *Pinus montezumae* Lamb.) con base en características de plántulas y semilla. Bol. Tec. No. 20: 5 – 37 p. I.N.I.F. México.
- CALLAHAM, R.Z. 1964. Investigación de procedencias, estudio de la diversidad genética asociada a la geografía. Unasyuva 18-(2-3): Cap. 4 F.A.O. Roma.
- CATIE. 1997. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. *Pinus pseudostrobus* Lindl. No. 13. Turrialba, Costa Rica 53 p.

- EGUILUZ, P, T.1977. Los pinos del mundo. Dpto. de Bosques. Pub. Esp. 1. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Mexico. 18 p.
- EGUILUZ, P. T. 1978. Ensayo de integración de los conocimientos sobre el Genero Pinus en México. Tesis de Licenciatura. Universidad Autónoma de Chapingo. Departamento de enseñanza Investigación y Servicios en bosques. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 155-157, 623 p.
- FARJON, A. 1997. Guía de campo de los pinos de México y América Central publicado por The Royal Botanic Gardens. Kew. Producido en asociación con el Instituto Forestal de Oxford U.S.A. 151 p.
- FONSECA S., 1982.Variación fenotípica y genética en Bracatinga. Tesis de maestría. ESALQ - Universidad de San Pablo, Brasil. 48 p.
- ISTA. 1976. Reglas internacionales para ensayos de semillas, Ministerio de Agricultura, Dirección Gral. De producción Agraria, Madrid, España. 151p.
- LOPEZ, J. 1993. Variación de características morfológicas en conos y semillas de *Pinus greggii*. Agrociencia, serie de recursos naturales renovables. Vol. 3 No. 1. pp. 81 – 95.
- MARTINEZ, M. 1947 Los pinos mexicanos. 1ª edición 80-83 p. Editorial Botas. México.
- MARTÍNEZ, M. 1948. Los pinos mexicanos. 2ª edición 175 – 209 p. Editorial Botas. México.
- MARTINEZ M. 1992. Los pinos de México. Ediciones Botas, tercera edición. México D.F. 361 p.
- MATTHEWS, 2000. *Indicadores Básicos del Desempeño Ambiental de México 2005". Conafor. Boletín No. 14. 3p.*
- MENCHACA, G.R.A. 2000. Variación de conos y semillas de *Pinus oaxacana* Mirov en tres sitios de la zona del cofre de Perote. Tesis de Maestría. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana, Xalapa Ver. México. 61 p.
- MENDEHALL,O.S. 1990. Elementos de muestreo. Grupo Editorial Iberoamericana. 18-19 pgs.
- MENDEZ G.M., MENDIZABAL H. L. y ALBA J. 2004. Variación de semillas de *Pinus hartwegii* de diferentes poblaciones. Foresta Veracruzana, vol. 6, No. 1, pags. 19-24.
- MIROV. 1967. The genus Pinus, Ronald Press Company , N.Y. USA. 602 p.
- MORENO, B.G. 1983. Estudio de variación morfológica en *Pinus Pseudostrobus* Lindl. En 4 localidades de la Región Central de México. Tesis profesional. U.M.S.H. Uruapan, Michoacán, p 69.

- NAMKOONG, G. 1984. Hibridación y conservación en tres procedencias tropicales Publicación. 86-88 p.
- NIESTAEDT, H. 1960. The ecotype concept and forest genetic. In proc. 4th Lake State forest tree improvement. U.S.D.A. p. 14-25.
- PATIÑO, F.; DE LA GARZA P.; VILLAGOMEZ, A.; TALAVERA I. y CAMACHO, F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Boletín divulgativo No. 63. INIF. Pp. 119 – 121.
- PLANCARTE, B.A. 1990. Variación en longitud de conos y peso de semilla en *Pinus greggii* Engelm. de tres procedencias en Hidalgo y Querétaro. Centro de Genética Forestal, Nota técnica No. 4 Chapingo México 6 p.
- PERRY, J. Jr. 1991. The pines of Mexico and Central America. Timber press. Portland, Oregon. U.S.A. 137-140, 232 p.
- SHAW, R.G. 1909. Los pinos de México reproducido en 1978 por serie Técnica Reforestación No. 15 de la Comisión Forestal del estado de Michoacán, México, 17 p.
- SHAW, R.G. 1914. El genero *Pinus*, folleto Técnico No. 27. Colisión Forestal del Estado de Michoacán, 12 p.
- STAT-SOFT, inc. 1998. Statistica: User guides. 2325 East 13th Street ok. 74104. USA.
- STEAD, J.W. 1983. Study of variation and taxonomy of the *Pinus Pseudostrobus* complex. . Commonwealth, For Rev. 62, p 31.
- STEAD, J.W., STYLES A. 1984. Pines of Mexico and British Honduras Bot. Journ . Linn. Soc. 249 – 275.
- USDA forest service. 1977. Manual de análisis de conos, traducción editada por la facultad de Ciencias Forestales, Nuevo Leño, México. 15 p.
- VAZQUEZ, S.J. et al 1962. Botánica en: Seminario y Viaje de Estudios de Confieras Latinoamericanas, F.A.O., Secretaria de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales: México DF. p 127
- WRIGHT, J.W. 1964. Mejoramiento Genético de los Árboles Forestales. Estudios de silvicultura y productos forestales. P 42, No. 16 F.A.O. Roma.
- WRI, 1997. Estrategia Global de la Biodiversidad: *Directrices de acción* para salvar, estudiar y usar la riqueza biótica de la Tierra en forma sostenible y equitativa. 97 p.
- ZOBEL, B.J. 1984. Applied forest tree improvement. Jhon Wiley and Sons. U.S.A p. 375 – 409.

ANEXO 1

Tamaño de muestra para las variables longitud y diámetro de conos

Árbol	Longitud	Diámetro
1	34	20
2	15	10
3	35	11
4	56	20
5	33	10
6	35	10
7	21	19
8	10	10
9	37	12
10	38	11
11	32	11
12	28	11
13	40	25
14	23	10
15	45	10
16	26	10
17	18	10
18	23	10
19	20	10
20	46	12

ANEXO 2

Semillas sembradas, germinadas, viabilidad y porcentaje del total de germinación de semillas por familia a los 28 días.

Árbol	semillas sembradas	germinadas	%Germinación a 28 días	% viabilidad
1	447	112	6.25	25.05
2	1246	315	0.63	25.28
3	882	120	0	13.6
4	733	321	19.9	43.79
5	1142	429	24.7	37.56
6	792	278	5.39	35.1
7	932	385	5.19	41.3
8	548	115	8.69	20.98
9	737	90	12.22	12.21
10	384	84	5.95	21.87
11	231	59	0	25.54
12	830	141	3.54	16.98
13	371	182	8.24	49.05
14	777	290	27.93	37.32
15	989	227	3.52	22.95
16	1098	287	4.87	26.13
17	888	149	14.09	16.77
18	445	22	4.5	4.94
19	1319	319	14.42	24.18
20	1364	457	21.22	33.5

“ VARIACIÓN EN EL TAMAÑO DE CONOS DE *Pinus pseudostrobus* LINDL. DE EL ESQUILÓN, COACOATZINTLA VER. MÉXICO “

Angel V. Márquez García, Lilia del C. Mendizábal Hernández

RESUMEN

En el estudio que se presenta se evaluaron características como longitud y diámetro de conos de 20 árboles de *Pinus pseudostrobus* Lindl. procedentes de El Esquilón, Mpio. de Coacoatzintla, Veracruz, con el objetivo de conocer la variación existente entre árboles del sitio. Las medidas promedio para la longitud y el diámetro de conos fueron de 9.52 cm y 5.16 cm respectivamente.

La medición del largo y ancho de los conos colectados en noviembre nos mostraron el alto grado de variación existente entre los árboles del sitio, para reafirmar esto nos apoyamos en análisis estadísticos tales como, el análisis de varianza con la obtención del p menor que .05, la grafica de cajas y alambres y la prueba de Tukey.

ABSTRACT

In the study that appears they evaluated morfometricas characteristics as length and diameter of cones of 20 you hoist of *Pinus pseudostrobus* Lindl coming from the Esquilón, Mpio. of Coacoatzintla, Veracruz, with the objective to know the variation existing between you hoist of the site. The measures average for the length and the diameter of cones were of 9,52 cm and 5,16 cm respectively.

The measurement of the wide length and of the cones collected in November showed the high degree to us of existing variation between you hoist them of the site, to reaffirm this we leaned in estadísticos analisis such as, the analysis of variance with the obtaining of p smaller than 05, the grafica of boxes and wires and the test of Tukey.

Palabras claves: *Pinus pseudostrobus* Lindl., variación, conos, El Esquilón.

INTRODUCCION

Nuestro país, México, es sin duda alguna rico en especies forestales, la variedad y la utilidad de estas es vasta, y aunque la mayoría son utilizadas en la industria maderera existen algunas que como el *Pinus Pseudostrobus* Lindl. son usadas por su gran producción de resina tanto en la industria química como la farmacéutica (Eguiluz 1978). Sin embargo la importancia de esta especie mas que en los usos mencionados, deriva en el apoyo que pudieran representar en la conservación de ecosistemas forestales y en programas de plantaciones y reforestación de entornos afectados ya que especies como el *Pinus pseudostrobus* Lindl. aparte de sus características como la alta producción de semillas, sus plántulas tienden a desarrollarse no solo en suelos profundos (Catie 1997) sino también en otros sustratos

no muy favorables como suelos pedregosos, calizos y delgados (Eguiluz 1978) lo que habla de una gran adaptación que puede aprovecharse en programas de reforestación en zonas afectadas y deforestadas como la del valle de Perote.

La variabilidad genética presente en las poblaciones se concibe como herramienta fundamental en la obtención de ganancias de los programas de mejoramiento genético. El conocimiento genético de las poblaciones y las características de la variación existente, nos darán la pauta en la definición de estrategias de mejoramiento y nos ayudarán a predecir los resultados y consecuencias de la manipulación que se haga de dicha variación (Namkoong, 1984; Fonseca, 1982).

El *Pinus pseudostrobus* Lindl. objeto de estudio se distribuye principalmente en zonas montañosas de los estados de Michoacán, Guerrero, Jalisco y Chihuahua, en altitudes que van desde los 1600 a los 2400 msnm

(Perry 1991) , aunque es común en suelos profundos ,de 1 a 3 mts. (Eguiluz,T. 1978) se ha encontrado que sobrevive y se desarrolla de manera satisfactoria en suelos pedregosos y de origen volcánico o andosoles (Catie 1997).

Se pretende con este trabajo conocer si existen diferencias significativas entre familias de *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la población encontrada en El Esquilón tomando como base la variación en cuanto al largo y ancho de conos, esto nos llevará a inferir diversas características de la especie en el sitio tan importantes como el potencial semillero, y por otro lado aprovechar la variación existente como herramienta en posteriores trabajos de conservación y restauración del sitio, así mismo es de gran importancia la conservación de esta población ya que esta junto con otros pequeños reductos en la zona de las Vigas, Ver. Son de los pocos o tal vez los únicos manchones de esta especie con que se cuenta en el estado de Veracruz, es por eso que su conservación y mantenimiento es urgente y prioritario.

MATERIAL y METODOS

El Esquilón, lugar de estudio se encuentra ubicado en el municipio de Coacoatzintla , sobre la carretera Xalapa-Misantla y pertenece a la región central del estado de Veracruz, se localiza dentro de las coordenadas 19° 39' latitud norte y 96° 56' longitud oeste, a una altura de 1460 msnm con un clima templado húmedo, una temperatura media de 12. 5° C y una precipitación pluvial media anual de 1780.3 mm. El régimen de tenencia de la tierra es de tipo ejidal, y la principal actividad en este lugar es la extracción de piedra y grava volcánica lo que ha provocado escaso interés en el manejo y conservación de la población de *Pinus pseudostrobus* Lindl. y por lo consiguiente un gran deterioro no solo de la masa arbolada sino también del estrato edafológico de el lugar.



figura 1

La colecta de conos puede realizarse de septiembre a febrero (Patiño 1983) en este lugar se realiza en los meses de noviembre a enero, en estas fechas es cuando los conos y semillas han alcanzado su grado de madurez.

Para el presente trabajo se recolectaron conos de la población natural de *Pinus pseudostrobus* Lindl. en la localidad de El Esquilón Ver. durante el mes de noviembre.

Se seleccionaron 20 árboles de la población cuya separación mínima fue de 80 metros para evitar parentesco, sanos y con características fenotípicas deseables, tomando en cuenta el fuste, copa y poda. Se tomaron los datos de éstas, así como la altura y el diámetro de los árboles seleccionados, marcándolos y elaborando un croquis de ubicación de dichos árboles en el sitio de estudio.

Los conos se obtuvieron por medio del ascenso directo a los árboles, con cuerdas y espolones metálicos o con ayuda de tijeras especiales con extensión de aluminio para cortarlas de las ramas, de acuerdo a la metodología recomendada por Alba (1993).

De cada árbol se cortaron n número de conos buscando un mínimo de 60 conos los cuales fueron separados en bolsas debidamente etiquetados, anotando número de árbol y número de conos colectados. Posteriormente a esto y ya bien empacados se procedió a su transporte.

En el laboratorio de Genética Forestal se procedió, a examinar los conos, a los cuales se tomaron datos de longitud y diámetro, para esto se usó un vernier digital metálico con aproximación al milímetro. La

longitud del cono se midió desde el pedúnculo hasta la punta según recomendación hecha por Plancarte (1990).

El diámetro de los conos se obtuvo tomando dos medidas perpendiculares entre si en la parte mas gruesa del cono (figura 2) según lo recomendado por López (1993).

Se determino el tamaño de muestra adecuado para cada árbol aplicando un muestreo aleatorio simple (mendehall 1990) utilizando la formula $n = \frac{N \sigma^2}{(N-1)(B^2/4) + \sigma^2}$

Posteriormente se realizaron las mediciones de longitud y diámetro de los conos y se elaboro la base de datos.

Se realizó un análisis exploratorio con los datos obtenidos a través de estadísticas descriptivas, graficas de cajas y alambres. Se determino la existencia de diferencias significativas ($p < 0.05$) entre los árboles del sitio para las variables evaluadas, mediante un análisis de varianza con el siguiente modelo lineal de efectos fijos.

$$Y_{ij} = \mu + A_i + e_{ij}$$

$i = 1, 2, 3, \dots, 20$

Donde:

- Y_{ij} = variable respuesta
- μ = efecto de la media general
- A_i = efecto del i-esimo árbol
- e_{ij} = error aleatorio

Por ultimo se realizo la prueba de Tukey para comparación de medias y determinar grupos homogéneos. Estos análisis fueron realizados con el paquete Statistica (Stat sof, 1998).

RESULTADOS

Como se menciona anteriormente se determino el tamaño de muestra el cual nos indica el numero de conos a medir por cada árbol quedando de la manera que se indica en la tabla 1.

Tabla 1.- Numero de cono a medir para las variables longitud y diámetro.

Arbol	Longitud	Diámetro
1	34	20
2	15	10
3	35	11
4	56	20
5	33	10
6	35	10
7	21	19
8	10	10
9	37	12
10	38	11
11	32	11
12	28	11
13	40	25
14	23	10
15	45	10
16	26	10
17	18	10
18	23	10
19	20	10
20	46	12

De acuerdo a los resultados obtenidos desde el tamaño de muestra se pudo observar que existe gran diferencia entre familias en cuanto a las medidas de diámetro y longitud de los conos, lo cual nos indica un alto grado de variación presente en estas dos variables no solo entre familias sino también dentro de un mismo árbol, el rango normal de las medias del diámetro es entre 45 y 55 mm (figura 1) sin embargo se encontraron varios conos por arriba de este rango, en cuanto a longitud las diferencias son muy significativas ya que encontramos conos desde los 83 mm hasta arriba de los 115 mm (figura 2). Lo que nos habla de la gran diferencia de tamaños existentes entre las familias muestreadas.

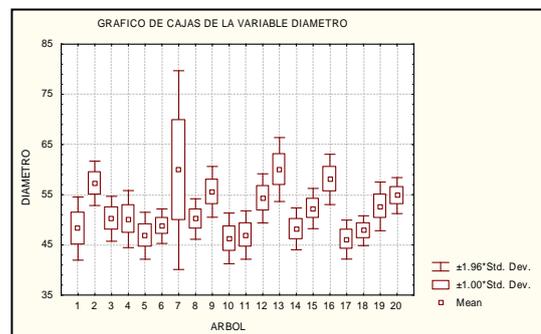


Figura 1.- Grafica de cajas y alambres para la variable diámetro de conos.

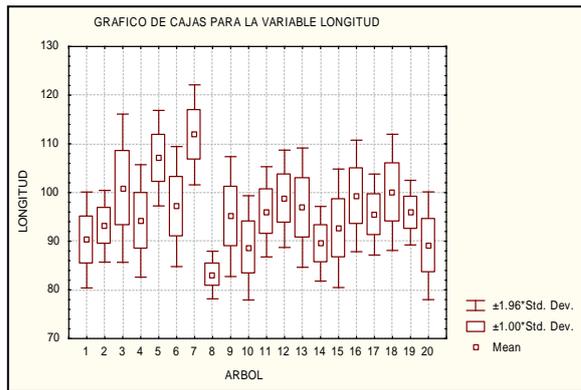


Figura 2.- Grafica de cajas y alambres para la variable longitud de conos.

La variación mencionada la corroboramos con el análisis de varianza realizado el cual nos dio un p menor que .05 tanto para longitud (tabla 2) como para diámetro (tabla 3), lo cual nos indica diferencias significativas de tamaños entre conos de las familias analizadas para esas dos variables.

Tabla 2.-Análisis de varianza para la variable longitud

	df effect	Ms effect	df error	Ms Error	f	p-level
1	19	104.8	595	31.68	33.11	0.01

Tabla 3.-Análisis de varianza para la variable diámetro

	df effect	Ms effect	df error	Ms error	f	p-level
1	19	306.2	232	13.83	22.14	0.01

La prueba de Tukey usando la comparación de medias, nos indica que para diámetro de conos (tabla 4) existen 7 grupos en los cuales algunos comparten ciertas características como el 2,3,4,5 y 6 así mismo hay grupos totalmente diferentes como lo son el grupo 1 y el 7, y para longitud (tabla 5) existen 8 grupos de los cuales el 3,4,5,6 y 7 tienen características compartidas mientras que el grupo 8 es totalmente diferente a todos los demás.

Tabla 4.- Prueba de Tukey , grupos homogéneos para la variable diámetro de conos

	Media	1	2	3	4	5	6	7
17	46.06	X						
10	46.3	X						
5	46.82	X	X					
11	46.97	X	X					
18	47.82	X	X					
14	48.2	X	X					
1	48.26	X	X					
6	48.73	X	X	X				
4	50.14	X	X	X	X			
8	50.16	X	X	X	X	X		
3	50.2	X	X	X	X	X		
15	52.25		X	X	X	X	X	
19	52.68		X	X	X	X	X	
12	54.28			X	X	X	X	
20	54.83				X	X	X	
9	55.57					X	X	X
2	57.27						X	X
16	58.04						X	X
7	59.9							X
13	60.01							X

Tabla 5.- Prueba de Tukey , grupos homogéneos para la variable longitud de conos

	Media	1	2	3	4	5	6	7	8
8	83.06	X							
10	88.64	X	X						
20	89.06	X	X						
14	89.47	x	X	X					
1	90.25		X	X					
15	92.65		X	X	X				
2	93.07		x	X	X	X			
4	94.17			X	X	X			
9	95.06				X	X	X		
17	95.47			x	X	X	X	X	
19	95.87				X	X	X	X	
11	96.04				X	X	X	X	
13	96.90				X	X	X	X	
6	97.11				x	X	X	X	
12	98.71					X	X	X	
16	99.30					x	X	X	
18	100.04						x	X	
3	100.89							x	
5	107.06								X
7	111.85								x

DISCUSION

Algunas publicaciones de la Semarnat refieren que el norte del país los conos de *Pinus pseudostrobus* Lindl. alcanzan a medir entre 12 y 16 cm, en la población estudiada el mínimo en cuanto a longitud de conos fue de 8.3 cm y solo algunos conos llegaron a mas de 11 cm con lo puede interpretarse que el suelo y las condiciones ambientales son determinantes en el tamaño de conos de esta especie. Para las variables evaluadas en los conos, es posible seleccionar a nivel de familias, pues existen diferencias estadísticamente significativas entre ellas.

LITERATURA CITADA

ALBA, L.J. 1993. Colecta y manejo de semillas forestales. Centro de Genética Forestal . Universidad Veracruzana. 62 p.

CATIE. 1997. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales. *Pinus pseudostrobus* Lindl. No. 13. Turrialba, Costa Rica 53 p.

EGUILUZ, T. 1978. Ensayo de Integración de Conocimientos sobre el Género *Pinus* en México. Tesis Profesional. Departamento de enseñanza Investigación y Servicios en bosques. Universidad Autónoma de Chapingo. México. 155-157 p.

FONSECA S., 1982. Variación fenotípica y genética en *bracatinga*. Tesis de maestría. ESALQ - Universidad de San Pablo , Brasil. 48 p.

NAMKOONG G., 1984. , hibridación y conservación en tres procedencias tropicales Publicación. 86-88 p.

PATIÑO, F., P. de la Garza, A. Villagómez, I. Talavera y F. Camacho. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Boletín Divulgativo No. 63. INIF. 119-121 P.

PERRY, J.P. 1991. The Pines of Mexico and Central America. Timber Press. Portland, Oregon, E.U.A. 137-140 p.

STAT- SOFT, inc. 1998. Statistica: User guides. 2325 East 13th Street , Tulsa ok. 74104.USA.

