



Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo

Instituto de Ciencias Agropecuarias

INGENIERO EN MANEJO DE RECURSOS FORESTALES

**VARIACIÓN MORFOLÓGICA DE CONOS Y SEMILLAS DE CINCO  
PROCEDENCIAS DE *Pinus cembroides* Zucc EN HIDALGO**

Tesis

Que como requisito parcial para obtener el título  
de Ingeniero en Manejo de Recursos Forestales

Presenta

Oscar Graciano Romero González

Tulancingo, Hidalgo; Noviembre del 2005

## **AGRADECIMIENTOS**

A la Universidad Autónoma en el estado de Hidalgo, por haberme permitido realizar mis estudios de licenciatura.

A los maestros del Centro de Investigaciones Forestales que con sus cátedras ayudaron a mi formación académica.

A los miembros del comité revisor M. en C. José González Ávalos, Dr. Carlos Cesar Maycotte Morales, Dr. Leopoldo Mohedano Caballero, Dra. Juana Juárez Muños, Dr. José Justo Mateo Sánchez

A mis compañeros Aide Nayeli y Alberto por su amistad y compañerismo mostrado durante la estancia en esta universidad

A todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización de este trabajo.

A mis amigos y compañeros de carrera en especial a los pichones y los troles por su amistad y por hacerme grata la estancia en la Universidad.

## DEDICATORIA

A mis padres Marina y Eloy, que siempre confiaron en mi y gracias a su apoyo y cariño incondicional que siempre me brindaron hoy puedo concluir mis estudios de licenciatura.

A mis hermanos Eloy, Mariela y Jaime por todo el apoyo y comprensión que me han dado sin el cual me hubiera resultado muy difícil continuar.

A mis abuelos Rufina (+) y Graciano (+) por su cariño y por aquellos momentos de felicidad que me dieron

A mis primas Ana, Sandra y Amairani, por aquellos momentos inolvidables que pasamos juntos.

A mis tías Evelia y Georgina por su cariño que siempre me han brindado.

## CONTENIDO TEMATICO

	Paginas
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	ii
<b>DEDICATORIA</b>	iii
<b>CONTENIDO TEMATICO</b>	iv
<b>ÍNDICE DE CUADROS.</b>	viii
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	x
<b>RESUMEN</b>	xii
<b>1. INTRODUCCIÓN.</b>	1
<b>1.1 Objetivos.</b>	2
<b>2. REVISION DE LITERATURA.</b>	3
<b>2.1. <i>Pinus cembroides</i> Zucc.</b>	3
<b>2.1.1. Descripción morfológica del <i>P. cembroides</i>.</b>	3
<b>2.1.2. Distribución geográfica.</b>	4
<b>2.1.3. Características ecológicas de su distribución.</b>	4
<b>2.1.3.1. Fisiografía.</b>	4
<b>2.1.3.2. Temperatura y Humedad.</b>	5
<b>2.1.3.3. Asociaciones vegetales.</b>	5
<b>2.2. Variación.</b>	6
<b>2.2.1. Antecedentes de variación.</b>	6
<b>2.2.2. Genotipo y Fenotipo.</b>	6
<b>2.2.3. Variación ambiental.</b>	7
<b>2.2.4. Variación geográfica.</b>	8

<b>2.2.5. Variación genética.</b>	8
<b>2.2.6. Variabilidad entre sitio.</b>	9
<b>2.2.7. Diferencias entre árboles dentro de un rodal.</b>	9
<b>2.3. Estudios sobre variación morfológica de conos y semillas en pinos.</b>	10
<b>3. MATERIALES Y METODOS.</b>	13
<b>3.1. Colecta de conos.</b>	13
<b>3.2. Medición de conos.</b>	14
<b>3.3. Medición de las semillas.</b>	15
<b>3.5. Siembra de la semilla.</b>	15
<b>3.6. Medición de plántulas.</b>	16
<b>3.7. Análisis estadístico.</b>	16
<b>4. RESULTADOS.</b>	18
<b>4.1. COMPONENTES DE VARIANZA.</b>	18
<b>4.1.1. Conos.</b>	18
<b>4.1.2. Semillas.</b>	20
<b>4.1.3. Plántulas.</b>	22
<b>4.2. PROCEDENCIAS.</b>	23
<b>4.2.1. Conos.</b>	23
<b>4.2.1.1. Longitud.</b>	23
<b>4.2.1.2. Diámetro.</b>	25
<b>4.2.1.3. Escamas.</b>	27
<b>4.2.1.4. Escamas fértiles.</b>	28
<b>4.2.1.5. Número de semillas.</b>	29
<b>4.2.1.6. Peso verde.</b>	31

<b>4.2.1.7. Biomasa.</b>	31
<b>4.2.2. SEMILLAS.</b>	33
<b>4.2.2.1. Longitud.</b>	33
<b>4.2.2.2. Diámetro.</b>	35
<b>4.2.2.3. Peso.</b>	38
<b>4.2.2.4. Peso de la testa.</b>	39
<b>4.2.2.5. Peso del megagametofito.</b>	40
<b>4.2.2.6. Peso del embrión.</b>	42
<b>4.2.2.7. Grueso de la testa.</b>	42
<b>4.2.3. PLÁNTULAS.</b>	45
<b>4.2.3.1. Número de cotiledones.</b>	45
<b>4.2.3.2. Longitud de cotiledones.</b>	46
<b>4.2.3.3. Diámetro del hipocotilo.</b>	46
<b>4.2.3.4. Longitud del hipocotilo.</b>	48
<b>4.3. ÁRBOLES DENTRO DE PROCEDENCIAS.</b>	49
<b>4.3.1. CONOS.</b>	49
<b>4.3.1.1. La Mesa.</b>	49
<b>4.3.1.2. San Miguel Tlazintla.</b>	51
<b>4.3.1.3 El Arenalito.</b>	54
<b>4.3.1.4. Pontadho.</b>	55
<b>4.3.1.5. El Porvenir.</b>	57
<b>4.3.2. SEMILLAS.</b>	60
<b>4.3.2.1. La Mesa.</b>	60
<b>4.3.2.2. San Miguel Tlazintla.</b>	63

<b>4.3.2.3. El Arenalito.</b>	66
<b>4.3.2.4. Pontadho.</b>	69
<b>4.3.2.5. El Porvenir.</b>	72
<b>4.3.3. PLÁNTULAS.</b>	75
<b>4.3.3.1. La Mesa.</b>	75
<b>4.3.3.2. San Miguel Tlazintla.</b>	76
<b>4.3.3.3. El Arenalito.</b>	78
<b>4.3.3.4. Pontadho.</b>	78
<b>4.3.3.5. El Porvenir.</b>	80
<b>5. CONCLUSIONES.</b>	82
<b>7. LITERATURA CITADA.</b>	84

ÍNDICE DE CUADROS	PAGINAS
Cuadro 1. Descripción geográfica y ambiental de las cinco procedencias de <i>P. cembroides</i> en el estado de Hidalgo.	13
Cuadro 2. Componentes de varianza para las características morfológicas de los conos de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	18
Cuadro 3. Componentes de varianza para las características morfológicas de las semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	20
Cuadro 4. Componentes de varianza de plántulas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	22
Cuadro 5. Número de cotiledones de las plántulas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	45
Cuadro 6. Valores promedio de las variables morfológicas de conos de 15 árboles de La Mesa.	50
Cuadro 7. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 15 árboles de San Miguel Tlazintla.	52
Cuadro 8. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 13 árboles de El Arenalito.	54
Cuadro 9. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 16 árboles de Pontadho.	56
Cuadro 10. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 15 árboles de El Porvenir.	58
Cuadro 11. Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 15 árboles de la procedencia La Mesa.	60
Cuadro 12. Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia. San Miguel Tlazintla.	63

Cuadro 13	Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia El Arenalito.	66
Cuadro 14	Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia Pontadho.	69
Cuadro 15	Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia El Porvenir.	72
Cuadro 16.	Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 12 árboles de La Mesa.	76
Cuadro 17.	Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 13 árboles de San Miguel Tlazintla.	77
Cuadro 18.	Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 7 árboles de El Arenalito.	78
Cuadro 19.	Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 6 árboles de Pontadho.	79
Cuadro 20	Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 12 árboles de El Porvenir.	80

ÍNDICE DE FIGURAS	PAGINAS
Figura 1. Longitud promedio de los conos de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	24
Figura 2. Diámetro de conos de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	26
Figura 3. Número promedio de escamas por cono en <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	27
Figura 4. Número de escamas fértiles por cono en <i>P. cembroides</i> de tres procedencias en el estado de Hidalgo.	29
Figura 5. Número de semillas por conos de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	30
Figura 6. Peso del verde del cono de <i>P. cembroides</i> de tres procedencias en el estado de Hidalgo.	31
Figura 7. Biomasa de los conos de <i>P. cembroides</i> de tres procedencias en el estado de Hidalgo.	32
Figura 8. Longitud de semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	33
Figura 9. Diámetro de las semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	36
Figura 10. Peso de las semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	38
Figura 11. Peso de la testa de las semillas de <i>P. cembroides</i> de	40

cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	
Figura 12. Peso del megagametofito de las semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	41
Figura 13. Peso del embrión de las semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	42
Figura 14. Grueso de la testa de semillas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	43
Figura 15 Diámetro del hipocotilo de las plántulas de <i>P. cembroides</i> de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.	47

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo estimar la variación morfológica de conos, semillas y plántulas de *Pinus cembroides* Zucc. de las procedencias de La Mesa, San Miguel, El Arenalito, Pontadho y El Porvenir en el estado de Hidalgo.

En cada procedencia se colectaron los conos de 15 árboles, los cuales fueron etiquetados y almacenados en bolsas de papel y trasladados al laboratorio de Semillas Forestales del Centro de Investigaciones Forestales de la Universidad Autónoma en el estado de Hidalgo. De cada una de las cinco procedencias y de cada árbol se eligieron al azar quince conos, a éstos se les midió su diámetro y longitud con ayuda de un vernier digital. Sólo a los conos de La Mesa, San Miguel, y Pontadho, se les contaron el número de escamas, escamas fértiles e infértiles, peso verde y biomasa; todos los conos fueron colocados en un horno para su secado, después del cual se le extrajeron las semillas de forma manual; a cada cono seco se le contó el número de semillas llenas y vanas. Las semillas colectadas fueron etiquetadas por árbol y procedencia y almacenadas. Las variables morfológicas de conos presentan diferencias significativa ( $p < 0.005$ ) entre árboles y procedencias. La mayor longitud y diámetro de conos fue para la localidad de La Mesa con valores de 32.73mm y 33.33mm respectivamente, estos árboles también fueron superiores en las variables de peso verde y biomasa con un valor de 20.1 g y 4.13 g, respectivamente. La procedencia de San Miguel mostró los árboles con el mayor número de escamas y escamas fértiles por cono con un promedio de 33.71 escamas y 8.26 escamas respectivamente. Por su parte

El Porvenir fue la localidad con el mayor número de semillas por cono con 15.01 semillas

De cada árbol se seleccionaron al azar 20 semillas a las cuales se les midieron su longitud, diámetro, y grosor de testa con ayuda de un vernier digital. Además, de estas variables se obtuvo su peso (g), peso del megagametofito (g), peso del embrión (g) y peso de la testa (g). Las variables morfológicas de las semillas presentaron diferencia significativa  $p < 0.05$  entre las procedencias para procedencias siendo La Mesa la que presentó los mayores valores para longitud (14.44mm), diámetro (8.21mm), peso total de la semilla (0.44g), peso de la testa (0.37g). Para la variable peso del embrión el mayor valor correspondió a La Mesa y San Miguel con un valor promedio de (0.0125g) por su parte para el peso del embrión, La Mesa y Pontadho mostraron un valor promedio de (1.17mm), y para el peso del megagametofito, Pontadho obtuvo un mayor valor con (0.10g).

De cada árbol, se seleccionaron al azar 49 semillas, las cuales se pusieron a germinar. Un mes después de la última semilla germinada, se procedió a la medición de las plántulas, las variables evaluadas fueron número de cotiledones, longitud de cotiledones, diámetro del hipocotilo, longitud del hipocotilo. Las variables morfológicas de plántulas no presentaron diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) para las procedencias, con excepción de el diámetro del hipocotilo ( $p < 0.0001$ ) mostrando diferencia altamente significativa, la procedencia de El Porvenir obtuvo el mayor valor con una media de (1.77mm).

## 1. INTRODUCCIÓN

México es el país que cuenta con el mayor número de especies del género *Pinus* ya que cuenta con 69 taxa de estos el 23.18% corresponden al grupo de los pinos piñoneros (Perry ,1991).

Las comunidades vegetales formadas por los piñoneros son importantes para el ambiente debido a que participan en el régimen hidrológico de las cuencas, y con ello en la conservación del microclima local; además, aportan refugio y alimento a la fauna silvestre asociada a ellas; son fuente de madera para construcción y leña, proveen de forraje al ganado doméstico, y produce, resinas y semillas (Perry, 1991; Howard, 1988; Elias, 1980). Los árboles piñoneros se utilizan para ornato y como árboles de navidad (Hubber, 1992; Little, 1977). Existen evidencias de que hace más de 13,000 años en la parte oeste de Colorado y Nuevo México USA, ya se utilizaban los productos de los piñoneros por los moradores de los desiertos y montañas de esas localidades, además la madera de estos árboles era utilizada en corrales para la engorda de ganado vacuno (Laner ,1981).

Rebolledo (1982) menciona que *Pinus cembroides* destaca entre las especies de piñoneros de México por presentar la más amplia distribución geográfica, y por ser la especie que aporta la mayor cantidad de semilla con fines comerciales. Se distribuye en 14 estados de la República Mexicana, desde Chihuahua hasta Puebla.

Los conos, las semillas y las plántulas de esta especie de pino presentan una gran diversidad en su morfología, lo cual puede atribuirse al amplio rango de distribución de la especie y la familia de la cual pertenece. Con fines de comercialización de la semilla del piñón es necesario conocer la variación existente entre las semillas y el origen de tal variación, con la finalidad de implementar un programa de mejoramiento genético a través de la selección y reproducción de los árboles y procedencias con mejores cualidades de semilla, como mayor tamaño, testa delgada, y mayor contenido nutricional, entre otras (Little, 1987).

En el estado de Hidalgo existe escasa información acerca de las características morfológicas de conos, semillas y plántulas de las comunidades naturales de los piñoneros, por lo que es necesario realizar más investigaciones con la finalidad de determinar qué procedencias y árboles se producen semillas de alta calidad.

### **1.1. Objetivo**

El presente estudio tiene como objetivo estimar la variación morfológica de conos, semillas y plántulas de *Pinus cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.

## 2. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. *Pinus cembroides* Zucc.

#### 2.1.1. Descripción morfológica

Es un árbol de 5 a 15 metros de altura, de copa redondeada a piramidal. El tronco por lo general suele ser corto y el ramaje ralo, esto es principalmente en sitios con condiciones ambientales secas, el árbol se ramifica a poca altura con ramas gruesas y extendidas, en su mayoría verticiladas o irregularmente dispuestas. La corteza es cenicienta, delgada, agrietada y dividida en placas cortas e irregulares, las ramillas son grisáceas y ásperas mostrando las huellas que dejan las hojas al caer. Las hojas se agrupan en fascículos de tres unidades, pero algunas veces hay fascículos que tienen dos, cuatro y aun cinco hojas de 2.5 a 7 cm, son rígidas, y de color verde oscuro algo azulado pálido, (Martínez 1992).

Las vainas son de color café claro y caen pronto dejando en la base del fascículo una diminuta roseta.

Los conos de la especie son globulosos, de cinco a seis cm de diámetro, se presentan aislados en grupos de hasta cinco; son caedizos y casi sésiles, de color moreno anaranjado o rojizo, con pocas escamas. Las escamas son gruesas en su base y delgadas en los bordes. Por lo general solamente son fértiles las escamas de la parte media, frecuentemente con una semilla desarrollada y la otra abortada. Las semillas son subcilíndricas y semi triangulares de aproximadamente 10 mm. de largo, morenas o negruscas, abultadas en la parte superior y adelgazadas hacia la base, son comestibles y de buena calidad nutrimental (Martínez, 1992)

### **2.1.2. Distribución geográfica**

Critchfield y Little (1966) y Vidakovic (1991), mencionan que *P. cembroides* se distribuye en las partes bajas de las montañas, en los límites con las altiplanicies áridas en el norte de la República Mexicana. Se presentan desde el sureste de los Estados Unidos Arizona, Nuevo México Texas, hasta el centro del país en el estado de Puebla. Por su parte, Eguluz (1985), refiere que en México *P. cembroides* se distribuye en los estados de Aguascalientes, Coahuila, Chihuahua, Baja California, Baja California Sur, Durango, Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Nuevo León, Puebla, Querétaro, San Luis Potosí, Sonora, Tamaulipas, Veracruz y Zacatecas.

### **2.1.3. Características ecológicas de su distribución**

#### **2.1.3.1. Fisiografía**

Los factores que limitan a los piñoneros para que se internen en el desierto y en las montañas, son las bajas temperaturas, generalmente se observa que los piñoneros incrementan su densidad vegetal conforme se incrementa la altitud; por lo contrario en el límite inferior el bosque es menos denso y el tamaño de los árboles es menor a los dos metros de altura (Pearson, 1920)

López (1996,) refiere que el *P. cembroides* en el estado de Hidalgo se a manera de islas en las partes más altas de los cerros y en los lugares de cañada y de laderas

pronunciadas y en zonas con lomeríos donde presenta una mayor continuidad el bosque. Entre los sitios que cita el autor se encuentra lomas de Guillén, Municipio de Santiago de Anaya

### **2.1.3.2. Temperatura y Humedad**

De acuerdo con Miranda y Hernández (1963) los piñoneros mexicanos prosperan entre los tipos climáticos, bsk (seco y templado) y cwb (templado con época seca larga), de la clasificación climática de Köppen con una precipitación media anual entre los 300 y 700 mm, la temperatura media anual oscila entre los 12-18°C. (Rzedowski, 1978; Passini, 1982)

La distribución de *P. cembroides* no parece tener relación con el PH del horizonte superficial del suelo y la naturaleza de la roca madre. (Passini, 1985)

### **2.1.3.3. Asociaciones vegetales**

En el estado de Hidalgo, *P. cembroides* se encuentra asociado a especies arbóreas como *Juniperus flaccida*, *Cephalocereus senilis*, *Yucca filifera* y *Quercus pringlei*, con una distribución espacial de aproximadamente 3 m entre individuos. En el estrato arbustivo se encuentran especies como: *Agave lechuguilla*, *Dasylium longissimum*, *Chrysactinia mexicana*, *Flourensia resinosa*, *Eupatorium espinosarum*, *Mimosa biuncifera*, *Opuntia rastrera* entre otras (López, 1996).

## **2.2. Variación**

### **2.2.1. Antecedentes de variación**

La variación se encuentra presente en todas las poblaciones de seres vivos. Asimismo, se encuentran diferencias entre los individuos de una misma especie a su área de distribución natural, los estudios sobre variación reconocen que gran parte del componente de la variación total de los árboles, a lo largo de su área de distribución natural se encuentra asociada con la variación del medio (Callaham, 1964).

### **2.2.2. Genotipo y Fenotipo**

El fenotipo de un individuo es la expresión de su genotipo en interacción con su medio ambiente y se dice que no pueden existir dos individuos que sean exactamente iguales aunque estos pertenezcan a la misma especie.

El fenotipo es el árbol que se ve. Este es afectado por el potencial genético del árbol y por el ambiente en el cual crece, incluyendo la historia de manejo. El fenotipo es lo que se mide y con lo que se trabaja. El genotipo es el potencial genético de un árbol no se puede ver y solo es posible determinarlo mediante pruebas bien elaboradas, esta determinado por los genes que residen en los cromosomas del núcleo de cada célula del árbol (Zobel y Talbert 1994).

|

Todas las diferencias en crecimiento y desarrollo de los árboles están limitadas por tres factores, **a)** el ambiente en el cual los árboles crecen, **b)** las diferencias genéticas entre los árboles, **c)** las interacciones entre el genotipo y el ambiente.(Zobel y Talbert, 1994).

### **2.2.3. Variación ambiental**

Esta es entendida por la mayoría de los profesionales forestales y su manejo es la base de la mayoría de las actividades silvícolas. Algunas factores ambientales que afectan al crecimiento de los árboles pueden controlarse y manipularse, pero con otros no es posible hacerlo así, procesos como la regulación de los niveles de densidad y la competencia entre árboles pueden controlarse mediante el espaciamiento entre plántulas (aclareos). Dentro de ciertos límites, las deficiencias de nutrientes pueden corregirse mediante fertilización, y la humedad del suelo puede modificarse mediante drenaje, la textura del suelo no puede modificar pero la preparación del lugar puede cambiar la estructura del suelo considerablemente. Otras variables ambientales como la precipitación, la temperatura, la acción del viento, la profundidad del suelo y muchos otros, son poco afectados por la acción del hombre, pero todo esto afecta al fenotipo del árbol. Sin embargo, las fuerzas ambientales son la causa más importante de variabilidad en algunas características, especialmente las relacionadas con el crecimiento (Zobel y Talbert 1994).

#### **2.2.4. Variación geográfica**

Las diferencias geográficas son de importancia fundamental y el éxito de cualquier programa de mejoramiento genético forestal depende del conocimiento y uso de la variación geográfica dentro de la especie de interés (Zobel y Talbert 1994).

En el caso de la variación geográfica, se reconocen dos tipos o patrones específicos de variación: a) variación clinal en donde hay cambios graduales continuos en una característica y b) variación ecotípica, en donde hay discontinuidades abruptas en una característica, como en el caso particular de hábitat específicos (Eguiluz, 1985).

#### **2.2.5. Variación genética**

La variación genética se separa generalmente en componentes aditivos y no aditivos, de modo que la variación genética es = variación aditiva + variación no aditiva. En términos simples, la variación aditiva es causada por los efectos acumulativos de los alelos en todos los loci que determinan una característica. La variación genética no aditiva se divide en dos tipos. La variación por dominancia es causada por la interacción de alelos específicos en un locus, mientras que la variación por epítasis es causada por las interacciones entre loci (Zobel y Talbert 1994).

Las variaciones hereditarias se originan por diferentes procesos como son; a) recombinación de genes después de una hibridación, b) mutación, c) poliploidia. (Moreno 1985).

#### **2.2.6. Variabilidad entre sitio**

Una procedencia dada contiene diferencias bastante grandes relacionadas con distintos sitios; con frecuencia, estas diferencias no están determinadas genéticamente y solo representan los efectos de diferentes ambientes sobre el crecimiento y desarrollo del bosque (Zobel y Talbert 1994).

#### **2.2.7. Diferencias entre árboles dentro de un rodal**

Los árboles de una especie suelen tener mucha variación entre si, aun cuando crezcan en el mismo rodal. Este es el principal tipo de variación genética que el genetista utiliza en programas de selección y cruzamiento, aprovechando, muchas de las diferencias que presentan en un árbol, especialmente las características cualitativas tales como forma y la adaptabilidad a sitios de interes. (Zobel y Talbert 1994).

### **2.3. Estudios sobre variación morfológica de conos y semillas en pinos.**

Niembro y Moro (1985) analizaron la variación morfológica en semillas de *Pinus ayacahuite* Ehr. de tres procedencias de Veracruz. Analizaron el largo, ancho y número de cotiledones del embrión, así como la longitud y ancho del ala de las semillas, encontraron diferencias significativas entre procedencias.

Jasso (1990), en *Pinus montezumae* encontró variación en el peso y dimensiones de las semillas, además presenta una fuerte correlación con la altitud y latitud, el tamaño y la calidad de la semilla decreció con la altitud y de sur a norte

Plancarte (1990) estudio la variación de *Pinus greggii* en características de conos, el peso y rendimiento de las semillas dentro de árboles, entre árboles y entre procedencias. Se colectaron muestras de 20 árboles de cada procedencia; El Madroño, Querétaro, El Pinalito, Hidalgo y El Piñón, Hidalgo concluyendo que el peso de la semilla varía considerablemente entre árboles en cada procedencia. En el sitio de El Piñón, Hidalgo se observó que la longitud del cono se reduce al incrementar la densidad del arbolado.

Malagón (1990) realizó un estudio con *Pinus greggii* para determinar los patrones de variación en las características morfológicas de hojas, conos y semillas además la capacidad, velocidad, uniformidad, y valor germinativo de cuatro poblaciones naturales. En las variables longitud, ancho y peso de los conos encontró que la especie es más variable a nivel de población que la variación entre

árboles. Sin embargo el número de semillas por cono resultó ser más variable entre árboles.

Galindo (1987) analizó 29 características morfológicas de acicalas, conos y semillas en cinco poblaciones de *Pinus ocarpavar*. Ochoterena distribuidas en Chiapas. Encontró que la mayor fuente de variación se encuentra entre árboles y en menor grado entre procedencias.

Bermejo (1986) estudió la variación natural de 28 características de acicalas, conos, semillas, plántulas y madera de *Pinus pseudostrobus* Lindl., utilizando una muestra de 10 árboles por cada una de las seis poblaciones estudiadas de la región central de México. Los resultados señalan que es una especie altamente variable. La variación resultó altamente significativa para las veintisiete de las características entre localidades, para veintiuna para árboles dentro de localidades y para cinco dentro de árboles, el componente de varianza frecuentemente fue entre árboles dentro de localidades, algunas características estuvieron correlacionadas con factores ambientales.

Moreno (1985) se analizó la variación morfológica de características de conos y semillas en *Pinus leiophylla* Schl. Et Cham de 11 poblaciones naturales del centro del país. Para determinar de manera preliminar el nivel de selección más adecuado, el nivel cuyo componente de variación resultó más importante de acuerdo con el análisis estadístico es el de árboles dentro de las poblaciones.

Cervantes (1986) estudio la Variación morfológica en semillas y efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de plántulas en 53 familias de 6 procedencias de *Pinus tecunumanii*. Los resultados mostraron que las características morfológicas de semillas en general no presentaron diferencias significativas entre procedencias pero si hay diferencia altamente significativa entre familias dentro de las procedencias. Respecto a la longitud de cotiledones, no se no hubo diferencias pero para las familias dentro de las procedencias si si presentaron diferencias altamente significativas.

Alba *et. al.* (1998) evaluó características de largo y ancho de conos y semillas de 52 árboles con características fenotípicas superiores de tres localidades de la región de Huayacocotla Veracruz con la finalidad de conocer en que nivel se encontraba la mayor variación resultando diferencias significativas tanto entre localidades como entre familias.

Quiroz *et. al.* (2002) Examino características morfológicas y fisiológicas de plántulas de *Pinus radiata* de 36 familias así como la estimación de parámetros genéticos las familias presentaron diferencias altamente significativas en características fisiológicas y morfológicas.

### 3. MATERIALES Y METODOS

La colecta de los conos y semillas se llevó a cabo en cinco procedencias pertenecientes a tres municipios, La Mesa, San Miguel Tlazintla y El Arenalito ubicadas en el municipio de El Cardonal, Pontadho del municipio de Metztlán y El Porvenir enclavado en el municipio de Santiago de Anaya (Cuadro 1).

Cuadro 1. Descripción geográfica y ambiental de las cinco procedencias de *P. cembroides* en el estado de Hidalgo.

Procedencia	Localización	Altitud (msnm)	Precipitación (mm)	Temperatura (°C)	Clima
La Mesa	20°40'10''N 99°02'16''W	2,163	700	14	C (w1) (w)
San Miguel	20°39'50''N 99°05'59''W	2,264	800	14	C (w1) (w)
El Arenalito	20°38'48''N 99°02'39''W	1,975	700	18	C (w1) (w)
Pontadho	20°28'01.6"N 98°54'22" W	2,220	600	16	C (w1) (w)
El Porvenir	20°27'28"N 98° 56' 35" W	1,995	800	14	C (w1) (w)

#### 3.1. Colecta de conos

La colecta de los conos se llevó a cabo durante los meses de octubre y noviembre de los años 2002 y 2003, en cada una de las procedencias se seleccionaron al azar 15 árboles, siguiendo un criterio de separación entre árboles de al menos 50 metros, para disminuir la probabilidad de parentesco entre ellos y sobre todo que contaran con una producción abundante de conos.

De cada uno de los árboles se colectaron 50 conos seleccionados al azar. Para realizar la colecta se utilizó equipo consistente en una garrocha con tijeras para

cortar los conos, tijeras manuales, escalera, GPS para tomar las coordenadas de la procedencia de colecta, bolsas de papel, plumón indeleble cinta adherible y costales.

Los conos colectados de cada uno de los árboles fueron etiquetados y almacenados en bolsas de papel debidamente identificadas y trasladados al laboratorio de Semillas Forestales del Centro de Investigaciones Forestales (CIF) de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en Tulancingo, Hidalgo.

### **3.2. Medición de conos**

En el laboratorio, se seleccionaron al azar quince conos de cada uno de los árboles de las cinco procedencias. Cada cono fue pesado con una balanza (marca Sartorius modelo cp124s) con exactitud a milésimas de gramo y medido de su diámetro y longitud con un vernier digital (marca Mitutoyo modelo Cd-s6''C) con aproximación a centésimas de mm. A los conos de la procedencias de La Mesa, San Miguel, y Pontadho, se les contaron el número total de escamas, número de escamas fértiles y número de escamas infértiles. Los conos de las cinco procedencias fueron metidos en bolsas de papel debidamente identificadas y colocados en un horno (marca Grieve modelo LW-120C) para su secado con la finalidad de que abrieran las escamas y poder extraer la semilla. Una vez secos los conos, se les contó el número de semillas llenas y vanas; posteriormente los conos de La Mesa, San Miguel, y Pontadho se regresaron a la estufa de secado y se

puso a secar a 60°C hasta obtener peso anhidro, para la determinación de la biomasa total del cono.

### **3.3. Medición de las semillas**

Las semillas de cada uno de los conos se mezclaron con la de los demás del mismo árbol, previa eliminación de las semillas vanas. De cada árbol, se seleccionaron al azar 20 semillas llenas, a cada una de las semillas se les midió la longitud y el diámetro con la ayuda del vernier digital (marca Mitutoyo modelo Cd-S6''C), el peso con una balanza analítica (modelo cp124s) con exactitud a milésimas de g. Posteriormente, las semillas fueron abiertas y disectadas, para pesar el megagametofito y el embrión. A la testa se le midió el grosor y peso.

### **3.4. Siembra de la semilla**

En el invernadero del Centro de Investigaciones Forestales se pusieron a germinar las semillas seleccionadas de cada uno de los árboles, de cada procedencia, 49 semillas, seleccionadas al azar. Se utilizaron charolas de 49 cavidades (modelo m-49 Hummert de México S.A. de C.V) diámetro de 4 cm, altura de 12 cm, y capacidad 125 ml, sustrato fue una mezcla homogénea de peatmoos, agrolita, vermiculita, (3:1:1 en volumen), además al sustrato se le agregó 3 kg de fertilizante de lenta liberación (osmocote 18-6-12).

El mantenimiento de las charolas en invernadero consistió en riegos periódicos para mantener húmedo el sustrato, y fumigaciones quincenales para prevenir la

aparición de enfermedades, el control de las hierbas se realizó de manera manual, cuando fue necesario. Las charolas con 49 tubetes cada una fue colocada dentro del invernadero formando bloques por procedencia el acomodo de los árboles dentro de las procedencias también se aleatorizó.

### **3.5. Medición de plántulas**

Se realizó una inspección diaria de las semillas puestas, contabilizando el número de ellas que germinaba. Un mes después de la germinación de la última semilla del experimento, se procedió al conteo directo del número de cotiledones en cada una de las plántulas germinadas, a estas se les midió la longitud de los cotiledones, para tal fin se seleccionó al azar un cotiledón el cual fue medido con una regla graduada con aproximación al mm; el diámetro del hipocotilo se midió con la ayuda del vernier digital, dicha medición fue hecha a la base de los cotiledones y por último se cuantificó la longitud del hipocotilo con una regla, el cual fue medido desde el cuello de la raíz hasta la base de los cotiledones.

### **3.6. Análisis estadístico**

El análisis estadístico se llevo a cabo mediante la determinación de componentes de varianza para las procedencias y familias dentro de las procedencias para todas las características morfológicas de conos semillas y plántulas. Se utilizó el paquete estadístico SAS (1999), con las herramientas de analisis de varianza y comparación de medias. El modelo utilizado para el análisis estadístico fue:

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

Donde:

$Y_{ij}$  = El valor de la característica morfológica observada.

$\mu$  = media general. muestral

$P_i$  = efecto aleatorio de la i-ésima procedencia.

$F_{i(j)}$  = el efecto aleatorio de la j-ésima familia dentro de la i-ésima procedencia.

$E_{(ij)}$  = error aleatorio.

$i = 1, 2, \dots, 5.$

$j = 1, 2, \dots, n.$

Se realizó la prueba de medias de Duncan, para determinar la diferencia estadísticas entre procedencias y familias dentro de procedencias. En aquellos casos donde el análisis de varianza fue significativo.

## 4. RESULTADOS

### 4.1. Componentes de varianza

#### 4.1.1 Conos

El aporte promedio de la procedencia a la varianza de las características morfológicas de los conos fue de 21.88 %, en donde el número de escamas fértiles obtuvo el mayor porcentaje con un 29.41 % y el valor más bajo fue para la longitud con sólo 15.55%. El árbol dentro de la procedencia aporta en promedio un 35.53 % de la varianza y la longitud del cono obtuvo el mayor valor con 41.73%, mientras que el menor valor fue para el número de semillas por cono con un 28.85 % (Cuadro 2).

Cuadro 2. Componentes de varianza para las características morfológicas de los conos de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

<b>Variable</b>	<b>Procedencia (%)</b>	<b>Árbol (procedencia) (%)</b>	<b>Error (%)</b>	<b>Total</b>
<b>Longitud</b>	15.55**	41.73**	42.72	31.09
<b>Diámetro</b>	22.35**	39.39**	38.26	16.30
<b>Número de escamas/cono</b>	24.00**	29.56**	46.44	21.64
<b>Número de semillas/cono</b>	18.74**	28.85**	52.41	25.01
<b>Número de escamas fértiles</b>	29.41**	39.22**	31.37	4.08
<b>Peso verde</b>	22.17**	37.67**	40.16	40.74
<b>Biomasa</b>	20.98**	32.28**	46.74	1.75
<b>Promedio</b>	21.88	35.52	42.58	20.08

\*\*Significativa al 0.005

Estudios similares en otras especies reportan algunos datos que concuerdan con los aquí encontrados, tal es el caso de Bermejo (1986) que reporta que el aporte

promedio de la procedencia fue del 8.66% de la varianza para la longitud de conos, 37.65% para el ancho de conos y 17.13 % para el número de semillas por cono. Por su parte, el árbol es responsable del 35.66% de la varianza en la longitud del cono, 24.96% del ancho del cono y del 20.31% en el número de las semillas por cono, en el estudio realizado para la Variación natural de caracteres de acículas, conos, semillas, plántulas y madera en seis poblaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la región central de México

Alba *et al.* (1998) realizaron un trabajo con *Pinus patula* Schl. procedente de Huayacocotla, Veracruz, en donde observaron que para la longitud de conos la procedencia aportó un 13.71% y para el diámetro del cono sólo un 6.17%. Por su parte, el árbol contribuyó con el 46.49 % y 52.66 % para la longitud y diámetro del cono, respectivamente.

Por su parte Moreno (1985), reporta para *Pinus leiophylla* Schl. de 11 procedencias naturales del centro del país que la procedencia aporta 2.65% de la varianza respecto a la longitud del cono y un 7.7% para el diámetro del cono, y un 29.82% y 11.62% para peso verde y biomasa, respectivamente. Por su parte el árbol aporta el 66.43% de la varianza para la longitud del cono, 56.64% para el diámetro, 59.25% para el peso verde y 51.13 % para la biomasa.

La variación de las características morfológicas de los conos se deben en un 22% a las condiciones ambientales de la procedencia y en un 35% a las propiedades genéticas de la procedencia, el resto (43%) es atribuible al error del muestreo.

#### 4.1.2. Semillas

El aporte promedio de la procedencia a la varianza de las características morfológicas de las semillas es de 20.63 %, siendo el peso de la testa el que obtuvo el mayor porcentaje con un 33.71 % y el valor más bajo fue para grosor de la testa con solo 5.35%. El árbol dentro de la procedencia aportó un 42.18 % de la varianza, en donde el peso de la semilla obtuvo el mayor valor con un 53.31 %, mientras que el menor valor fue para el peso del embrión 26.63% (Cuadro 3)

Cuadro 3. Componentes de varianza para las características morfológicas de las semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Variable	Procedencia (%)	Árbol (procedencia) (%)	Error (%)	Total
Longitud (mm)	32.30**	44.22**	23.48	2.3396467
Diámetro (mm)	32.82**	38.03**	29.15	0.6973049
Peso (g)	18.73**	53.31**	27.96	0.0114429
Peso testa (g)	33.71**	46.07**	20.22	0.0089000
Peso del megagametofito (g)	11.82**	49.41**	38.77	0.0010119
Peso endospermo	14.93**	46.70**	38.37	0.0007616
Peso embrión (g)	15.40**	26.63**	57.96	0.0000225
Grueso testa (mm)	5.35**	33.04**	61.61	0.0435573
Promedio	20.6325	42.17625	37.19	0.38783098

\*\*Significativa al 0.0001

Cervantes (1986), reporta para 53 familias de 6 procedencias de *Pinus tecunumanii* Eguluz et Perry que la procedencia aporta un 0.25%, de la varianza para la longitud de las semilla, 2.20% para el diámetro y 2.33% para el peso en el mismo estudio. A su vez, el árbol es responsable del 53.03% de la varianza de la longitud de las semillas, del 38.49% para el diámetro y 49.76% para el peso.

Alba *et al* (1998), trabajando con *Pinus patula* Schl. de la localidad de Huayacocotla, Veracruz, en donde observaron el porcentaje de variación para la longitud de las semillas, Además consignando que el árbol como agente de variación aporta el 44.31% de la varianza en el longitud de las semillas y 41.31% para el diámetro.

Bermejo (1986), en el estudio realizado para *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la región central de México refiere que la procedencia aporta el 4.23% de la varianza para la longitud de las semillas y 34.93% para el ancho, mientras que el árbol es responsable del 28.07% de la varianza en lo que se refiere a la longitud de la semilla y del 10.09% para el ancho.

Moreno (1985), reporta para *Pinus leiophylla* Schl. de 11 poblaciones naturales del centro del país que para la longitud de las semillas la procedencia aporta el 0.96% de la varianza, el 1.25% para el diámetro y el 6.21% para el peso. Además, encontró que el árbol aporta un 37.28% de la varianza para la longitud de las semillas, 22.73% para el diámetro y un 23.98% para el peso.

La variación de las características morfológicas de los conos se deben en un 20% a las condiciones ambientales de la procedencia y en un 42% a las propiedades genéticas de la procedencia, el resto (38%) es atribuible al error del muestreo.

### 4.1.3. Plántulas

El aporte promedio de la procedencia a la varianza de las características morfológicas de las plántulas fue de 13.77 %, en donde el diámetro del hipocotilo obtuvo el mayor porcentaje con un 51.07 % y el valor más bajo fue para la longitud de cotiledones 0.00 %. El árbol dentro de la procedencia aporta un 21.07 % de la varianza, en donde la longitud de cotiledones obtuvo el mayor valor con 36.77%, mientras que el menor valor fue para numero de cotiledones con un 7.72 % (Cuadro 4).

Cuadro 4. Componentes de varianza de plántulas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

	<b>Procedencia (%)</b>	<b>Árbol dentro de procedencia (%)</b>	<b>Error (%)</b>	<b>Total</b>
<b>Numero de cotiledones</b>	0.01 <sup>ns</sup>	7.72 <sup>**</sup>	92.27	1.321
<b>Diámetro del hipocotilo</b>	51.07 <sup>**</sup>	10.89 <sup>**</sup>	38.03	0.108
<b>Longitud de cotiledones</b>	0.00 <sup>ns</sup>	36.77 <sup>**</sup>	63.23	0.305
<b>Longitud del hipocotilo</b>	4.01 <sup>ns</sup>	28.93 <sup>**</sup>	67.05	0.313
<b>Promedio</b>	13.77	21.05	65.18	0.511

\*\*Significativa  $p < 0.05$ , ns no significativa  $p > 0.05$

Cervantes (1986), reporta para 53 familias de 6 procedencias de *Pinus tecunumanii* Eguluz et Perry refiere para la longitud de cotiledones que la procedencia aporta un 2.33% y el árbol dentro de la procedencia aporta un 49.76%, de la varianza total.

Bermejo (1986), menciona que la procedencia aporta un 8.09% de la varianza para el número de cotiledones y el 11.32% para la longitud de cotiledones. El árbol proporciona el 16.86% de la varianza para el número de cotiledones y 36.24% para

la longitud en seis poblaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la región central de México

La variación de las características morfológicas de los conos se deben en un 14% a las condiciones ambientales de la procedencia y en un 21% a las propiedades genéticas de la procedencia, el resto (65%) es atribuible al error del muestreo y es el mayor valor, lo que probablemente se deba al bajo tamaño de muestra.

## **4.2. Procedencias**

A continuación se presentan los valores promedio de las características morfológicas de conos, semillas y plántulas para cinco procedencias de *P. cembroides* en el estado de Hidalgo.

### **4.2.1. Conos**

#### **4.2.1.1. Longitud**

La variable longitud del cono presenta diferencia estadística significativa ( $p=0.003$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa la longitud del cono en cuatro, el primero integrado por La Mesa con un valor de 32.73 mm; el segundo formado por San Miguel Tlazintla con un valor de 31.37mm; el tercer grupo por Pontadho y El Porvenir con una media de 29.72 mm; el cuarto grupo por El Arenalito con un valor de 25.50 mm (Figura 1)

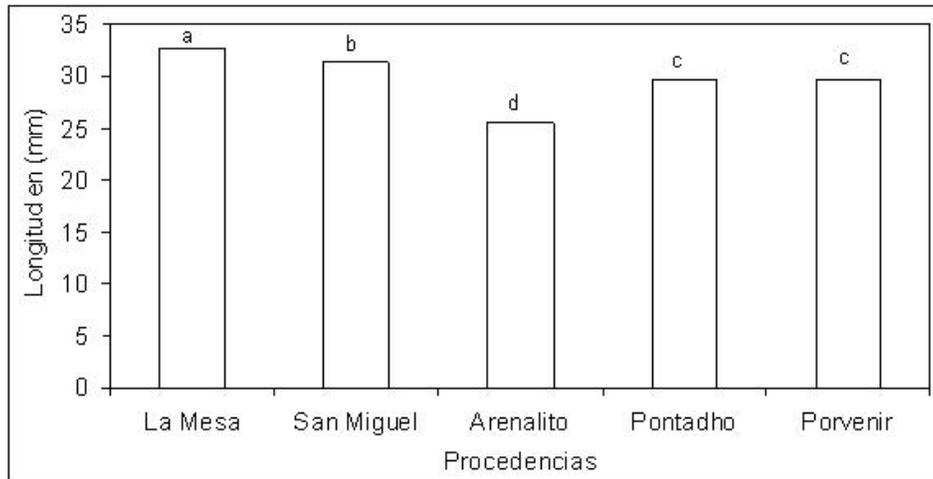


Figura 1. Longitud promedio de los conos de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.

Otros estudios realizados para la longitud de cono reportan resultados muy similares a los encontrados en este trabajo para la misma variable.

Perry (1991) reporta para *Pinus. cembroides* Zucc. una longitud promedio de los conos entre 3-4 cm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. Orizabensis un valor medio de 3-5 cm. Perry (1991) reporta para *Pinus. monophylla* una longitud promedio o de los conos de 5-8 cm, Para *Pinus edulis* una longitud promedio de 3-6 cm, para *Pinus remota* una longitud promedio de 2.5-3.5 cm, para *Pinus catarinae* reporta un valor medio de 4 cm, para *Pinus discolor* un valor medio de 2-3cm, para *Pinus johannis* un valor medio de 3-4cm, para *Pinus juarezensis* un valor medio entre 3.5-5 cm, para *Pinus lagunae* un valor promedio de 4 cm, para *Pinus quadrifolia* un valor promedio de 3-5 cm, para *Pinus culminicola* un valor promedio de 3-4cm, para *Pinus pinceana* Gord. un valor promedio de 5-10 cm para *Pinus nelsonii* un valor promedio de 8-14 cm, para *Pinus maximartinezii* un valor medio de 18-22 cm.

#### 4.2.1.2. Diámetro

La variable diámetro del cono presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el diámetro del cono en tres, el primero lo integran La Mesa y San Miguel Tlazintla con un valor promedio de 33.07 mm; el segundo lo forman El Porvenir y Pontadho con un valor medio de 30.64 mm y el tercero contiene a El Arenalito con un valor de 27.66 mm (Figura 2).

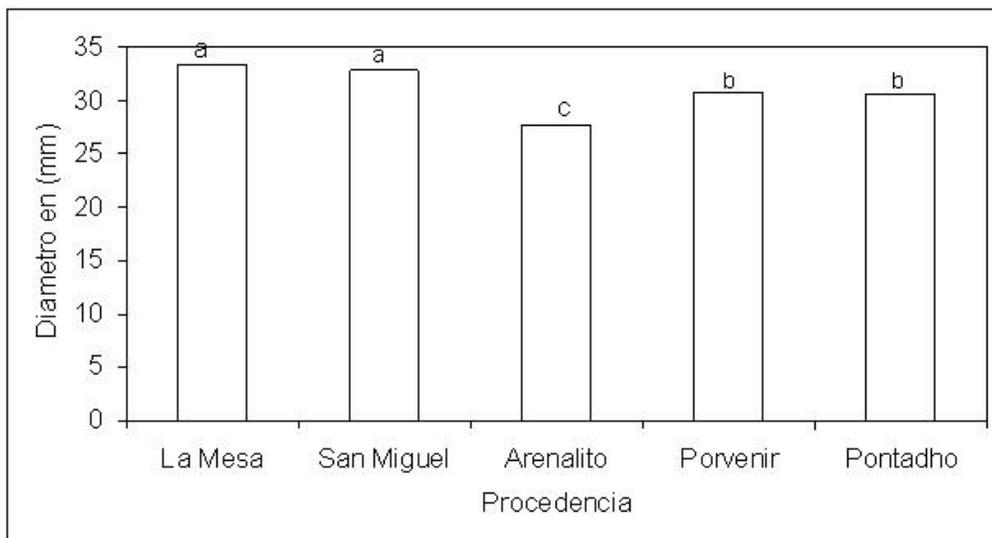


Figura 2. Diámetro de conos de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.

Otros estudios para la variable diámetro del cono reportan resultados muy similares a los encontrados en este trabajo para la misma variable.

Perry (1991) reporta para *Pinus cembroides* Zucc. un ancho promedio de los conos entre 3-6 cm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. Orizabensis un valor medio de 4-6 cm. Perry (1991) reporta para, *Pinus monopylla* un valor medio para el

ancho del cono de 6-7 cm, para *Pinus edulis* un valor promedio de 4-7 cm para *Pinus remota* un valor promedio de 3-5 cm, para *Pinus discolor* un valor promedio de 3-4 cm, para *Pinus johannis* un valor medio de 3-4 cm, para *Pinus juarezenis* un valor medio entre 4.5-7 cm, para *Pinus lagunae* un valor promedio de 6 cm para *Pinus quadrifolia* un valor promedio de 4-6 cm, para *Pinus Nelson* un valor promedio de 5-7 cm, para *Pinus maximartinezii* un valor medio de (10-15cm).

#### 4.2.1.3. Escamas

La variable numero de escamas por cono presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el numero de escamas en cuatro, el primero integrado por San Miguel Tlazintla con un valor de 33.71 escamas por cono; el segundo formado La Mesa con un valor de 32.13 escamas; el tercer por Pontadho y El Porvenir con una media de 29.25 escamas por cono y el cuarto grupo lo forma El Arenalito con un valor de 27.81 escamas por cono (Figura 3).

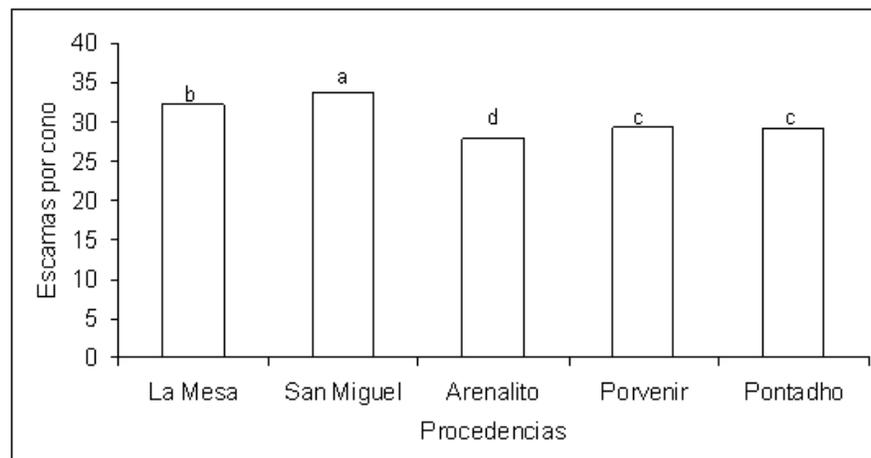


Figura 3. Número promedio de escamas por cono en *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios reportan para el número de escamas por conos resultados muy similares a los encontrados en este trabajo para la misma variable.

Farjon y styles (1997) reportan para *Pinus cembroides* Zucc. un promedio de escamas entre (30- 50), para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. *cembroides* var *cembroides* un valor de (25-40), para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. *orizabensis* un valor de (30-50), para *Pinus culminicola* un valor de (45-60), para *Pinus remota* un valor de (25-35), para *Pinus monophylla* un valor de (30-50), para *Pinus quadrifolia* un valor de (30-50), para *Pinus pinceana* un valor de (60-80), para *Pinus nelsonii* un valor de (60-100) y para *Pinus maximartinezii* un valor promedio de (80-120).

#### **4.2.1.4. Escamas fértiles**

La variable numero de escamas fértiles por cono presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0003$ ) por procedencia. El análisis de comparación de medias agrupa el numero de escamas fértiles en tres, en el primero encontramos a San Miguel Tlazintla que presenta un valor de 8.26 escamas, en el segundo grupo esta La Mesa con un valor de 7.83 y en el tercero esta Pontadho con un valor de 6.13 escamas (Figura 4).

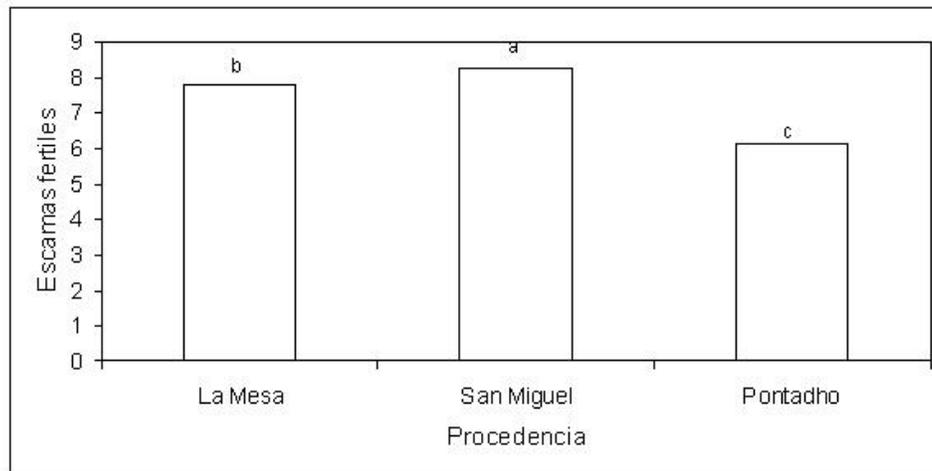


Figura 4. Número de escamas fértiles por cono en *P. cembroides* de tres procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios realizados para la variable número de escamas fértiles reportan resultados muy similares a los encontrados en este trabajo.

Farjon y Styles (1997), reportan para *Pinus cembroides* Zucc. un promedio de escamas fértiles entre (10-15) mostrando hasta menos de 20, para *Pinus culminicola* un valor de 10-20, para *Pinus remota* un valor de 10, para *Pinus monophylla* un valor de 6-12, para *Pinus quadrifolia* un valor de 6-12.

#### 4.2.1.5. Número de semillas

La variable número de semillas por conos presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el número de semillas por cono en tres, el primero lo representa el Porvenir con un valor de 15.01 semillas por cono; el segundo lo integran El Arenalito, San

Miguel Tlazintla y La Mesa con una media de 12.25 semillas por cono y en el tercer grupo se encuentra Pontadho con un valor de 8.96 semillas por cono (Figura 5).

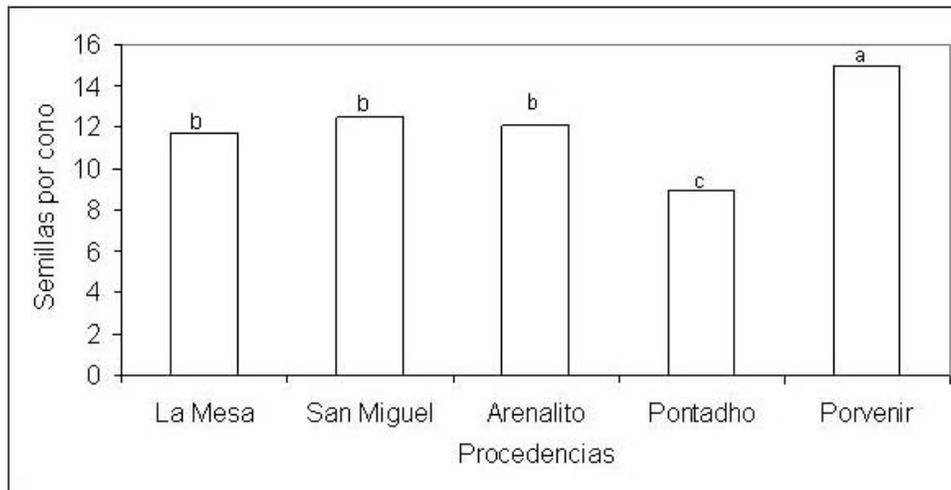


Figura 5. Número de semillas por conos de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.

Otros estudios reportan para el número de semillas por cono resultados similares a los encontrados en este trabajo,

Flores *et. al* (1991) reportan para *P. cembroides* cerca de saltillo Coahuila un valor promedio de 11 semillas por cono. Flores y Caldera (1985), refieren para *P. cembroides* del estado de Nuevo León un valor medio de 13.56 semillas por cono, 14.63 semillas para *P. pinceana* y 24.23 semillas para *P. nelsonii*.

#### 4.2.1.6. Peso verde

La variable peso verde del cono presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0006$ ) por procedencia. El análisis de comparación de medias agrupa el peso verde en tres, en el primero está La Mesa con un valor de 20.10g en el segundo

San Miguel Tlazintla con un valor de 18.88g y en el tercero Pontadho con un valor de 14.13g (Figura 6).

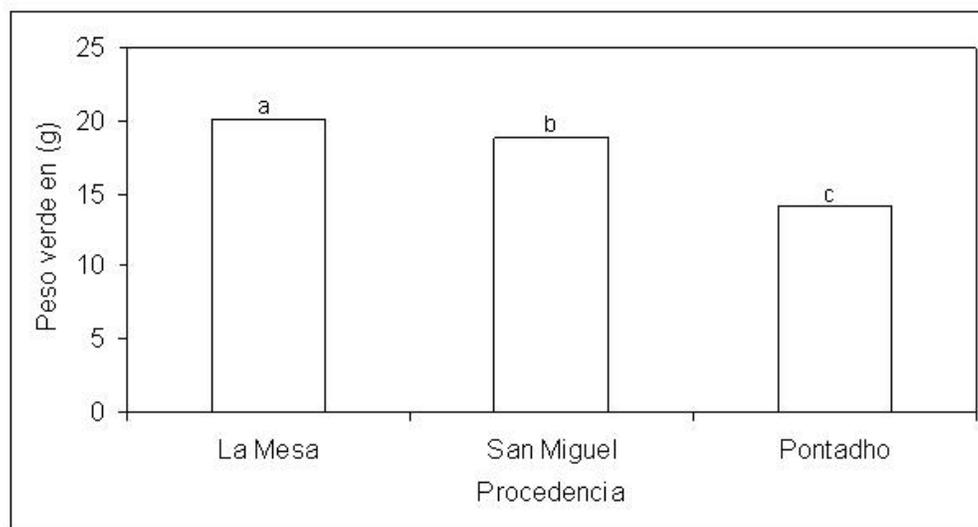


Figura 6. Peso del verde del cono de *P. cembroides* de tres procedencias en el estado de Hidalgo

#### 4.2.1.7. Biomasa

La variable biomasa del cono presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0003$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa la biomasa en tres grupos, el primero lo representa La Mesa con un valor de 4.13g, el segundo San Miguel Tlazintla con un valor de 4.05g y el tercero por Pontadho con un valor de 3.08g (Figura 7).

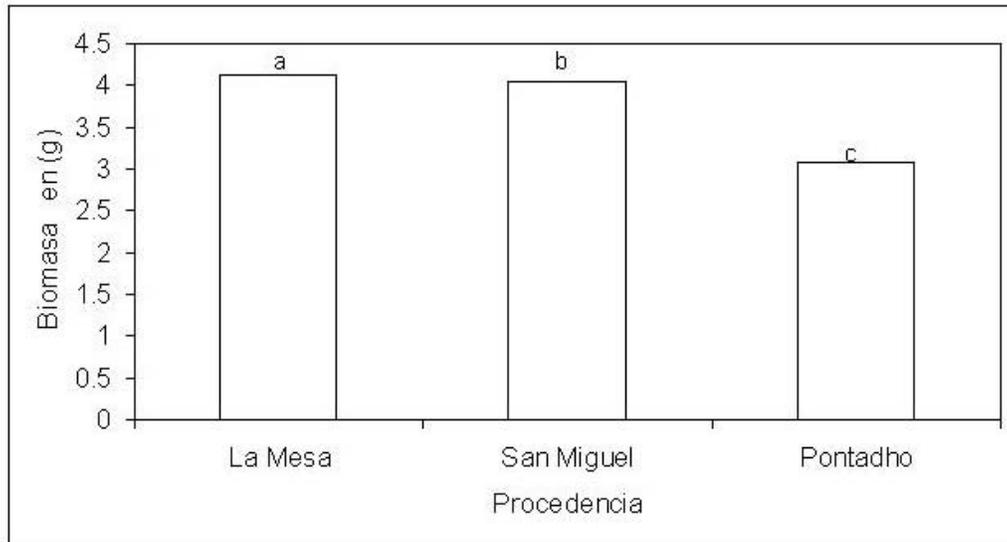


Figura 7. Biomasa de los conos de *P. cembroides* de tres procedencias en el estado de Hidalgo

El Arenalito fue la procedencia que presentó las menores dimensiones morfológicas de los conos de todas las procedencias evaluadas, debido probablemente a que es la población de menor tamaño, crece en un terreno con mayor pendiente que el resto y escasa fertilidad y con menor precipitación.

#### 4.2.2. Semillas

##### 4.2.2.1. Longitud

La variable longitud de semillas presentó diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa la longitud de la semilla en cuatro, el primero integrado por La Mesa con un valor de 14.44 mm; el segundo por San Miguel Tlazintla y Pontadho con un promedio de 13.49 mm; el tercero por El Porvenir con un valor de 12.63 mm y en el cuarto grupo está El Arenalito con una media de 12.11 mm (Figura 8).

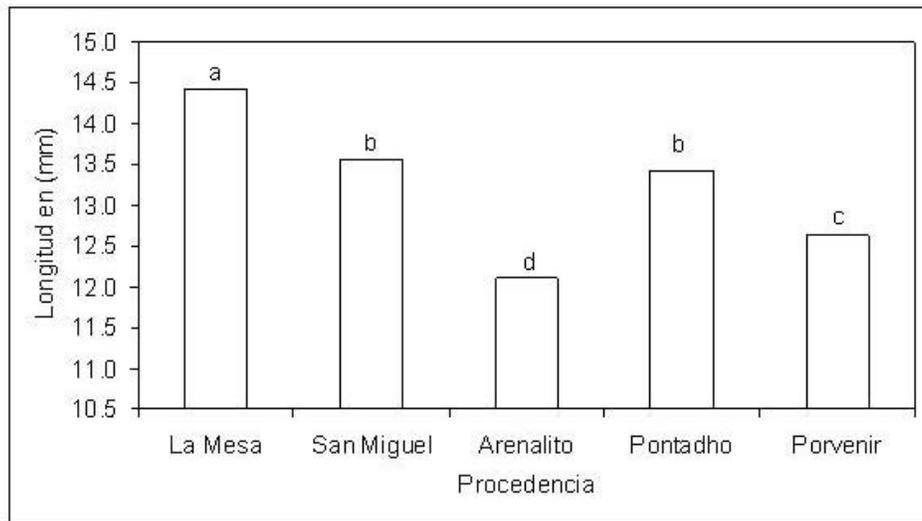


Figura 8. Longitud de semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios reportan para la variable longitud de semillas de *P. cembroides* resultados similares a los encontrados para este trabajo.

García y Capó (1989) consignan un valor medio de 13.10 mm para *P. cembroides* de Santa Victoria, Coahuila, 13.39 mm para Tinajuela, Saltillo, Coahuila, 13.14 mm para Concepción del Oro, Zacatecas y 13.42 mm para Aramberri, Nuevo León. Eguiluz *et al* (1985) reportan una longitud promedio para semillas de *P. cembroides* de Veracruz, de 13.45 mm. Nepomuceno *et. al.* (1987) refieren para *P. cembroides*, valores medios de la longitud de semillas oscuras de 12.41 mm, para semillas claras 12.15 mm y para semillas moteadas de 12.07 mm, de la procedencia de Concepción del Oro, Zacatecas. Flores y Caldera (1985), reportan para *P. cembroides*, del estado de Nuevo León, un valor promedio de 13.70 mm para la longitud de las semillas. Perry (1991), consigna para *P. cembroides*, una

longitud promedio de las semillas de 13 mm y para *P. cembroides* subsp. Orizabensis un valor medio de 14 mm. Farjon y Styles (1997), reportan para *Pinus cembroides* Zucc. una longitud entre 10-16 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. *cembroides* var *cembroides* un valor de 10-13 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subs. *Cembroides* var. *bicolor* un valor de 10-12 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. *lagunae* un valor de (10-16 mm), *Pinus cembroides* Zucarini subsp. *orizabensis* un valor de 10-14 mm, para *Pinus culminicola* un valor de 5-7 mm, para *Pinus remota* un valor de 12-16mm, para *Pinus monophylla* un valor de 13-18 mm, para *Pinus quadrifolia* un valor de 12-18 mm, para *Pinus pinceana* un valor de 11-14 mm, para *Pinus nelsonii* un valor de 12-15 mm y para *Pinus maximartinezii* un valor promedio de 20-28 mm. Cantero (1996) reporta para *Pinus cembroides* Subs. *Orizabensis* una longitud promedio de semillas de la procedencia de San Carlos Puebla de 13.5 mm, para San Sebastián Villanueva Puebla un valor medio de 13.0 mm, para Santa Maria de las Cuevas un valor promedio de 12.0 mm Perry (1991) reporta para, *Pinus monophylla* un valor medio para la longitud de las semillas de 15 mm, para *Pinus edulis* un valor promedio de 10-13 mm, para *Pinus remota* un valor promedio de 12-15 mm, para *Pinus discolor* un valor promedio de 10-12 mm, para *Pinus juarezenis* un valor medio entre 14-17 mm, para *Pinus lagunae* un valor promedio de 13mm para *Pinus quadrifolia* un valor promedio de 12-15 mm, para *Pinus culminicola* un valor promedio de 4-6 mm, par *Pinus pinceana* un valor promedio de 10-12 mm, para *Pinus nelsonii* un valor promedio de 10-15 mm, para *Pinus maximartinezii* un valor medio de 20-25 mm. Eguiluz *et al* (1985) reporta para *Pinus maximartinezii* de Zacatecas una longitud media de 21.25 mm. García y Capó (1989) consignan un valor medio para la

longitud de semillas de 22.34 mm para *Pinus maximartinenzii* de Pueblo Viejo, Juchipila, Zacatecas.

#### 4.2.2.2. Diámetro

La variable diámetro de las semillas presenta diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el diámetro de la semilla en tres, el primero esta representado por La Mesa con un valor de 8.21 mm, el segundo lo forman San Miguel Tlazintla y Pontadho con un promedio de 7.98 mm y el tercero lo integran El Arenalito y El Porvenir con una media de 7.17 mm (Figura 9).

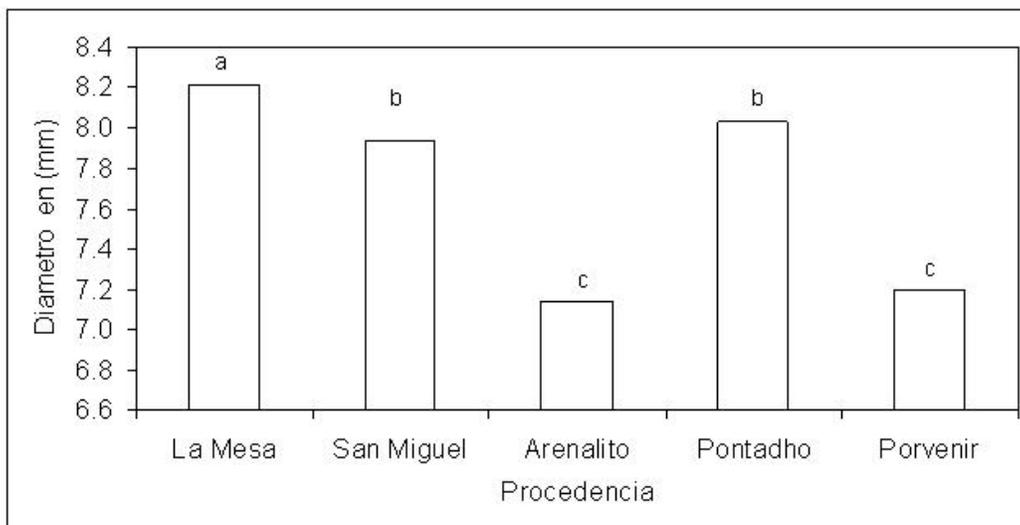


Figura 9. Diámetro de las semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios reportan para la variable diámetro de semillas resultados muy similares a los encontrados para el variable diámetro de las semillas en este trabajo.

García y Capó (1989) consignan un valor medio de 7.98 mm para *P. cembroides* de Santa Victoria, Coahuila, 8.37 mm para Tinajuela, Saltillo, Coahuila, 8.64, para Concepción del Oro, Zacatecas, 8.37 mm para Aramberri, Nuevo León. Eguiluz *et al* (1985) reporta un diámetro para semillas de *P. cembroides* de Veracruz 7.83 mm. Nepomuceno *et. al.* (1987) Reporta para *P. cembroides* de Concepción del Oro, Zacatecas valores medios del ancho de las semillas oscuras de 7.37 mm, para semillas claras 7.60 mm, para semillas moteadas 7.59 mm. Flores y Caldera (1985), reportan para *P. cembroides*, del estado de Nuevo León, un diámetro de las semillas de 7.50 mm, para *P. pinceana* un valor medio de 7.20 mm y para *P. nelsonii* un valor medio de 8.30 mm. Perry (1991) reporta para *Pinus. cembroides* Zucc. una ancho promedio de las semillas entre 7-8 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. Orizabensis un valor medio de 7 mm. Farjon y Styles (1997), reportan para *Pinus cembroides* Zucc. un ancho promedio de las semillas entre 6-10 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. cembroides var cembroides un valor de 10 mm, *Pinus cembroides* Zucarini subs. Cembroides var. bicolor un valor de 6-9 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. Lagunaae un valor de 6-10 mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. orizabensis un valor de 6-10 mm, para *Pinus culminicola* un valor de (4-5mm), para *Pinus remota* un valor de 8-10 mm, para *Pinus monophylla* un valor de 8-12 mm, para *Pinus quadrifolia* un valor de 8-12 mm, para *Pinus pinceana* un valor de 7-8 mm, para *Pinus nelsonii* un valor de 8-10 milímetros y para *Pinus maximartinezii* un valor promedio de 10-12 mm. Cantero (1996) reporta para *Pinus cembroides* Subs. Orizabensis un ancho promedio de semillas de la procedencia de San Carlos Puebla de 8.20 mm, para

San Sebastián Villanueva Puebla un valor medio de 8.20 mm, para Santa Maria de las Cuevas un valor promedio de 8.0 mm.

Perry (1991) reporta para *Pinus edulis*, un valor medio para el ancho de las semillas de 6-8 mm, para *Pinus remota* un valor promedio de 6-10 mm, para *Pinus catarinae* un valor promedio de 7 mm, para *Pinus discolor* un valor promedio de 7-10 mm, para *Pinus johannis* un valor promedio de 10mm, para *Pinus juarezensis* un valor medio entre 6-8mm, para *Pinus lagunae* un valor promedio de 8 mm para *Pinus quadrifolia* un valor promedio de 8-10 mm, para *Pinus pinceana* un valor promedio de 5-6 mm, para *Pinus nelsonii* un valor promedio de 5-7 mm, para *Pinus maximartinezii* un valor medio de 10-12mm.

#### **4.2.2.3. Peso**

El peso de las semillas presento diferencia estadística significativa ( $p=0.0009$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el peso de la semilla en cuatro, en el primero esta La Mesa con un valor de 0.44 g; el segundo esta formado por San Miguel Tlazintla y Pontadho con un valor medio de 0.37 g; en el tercero esta El Porvenir con 0.34 g y el cuarto lo integra El Arenalito con un valor de 0.30 g (Figura 10).

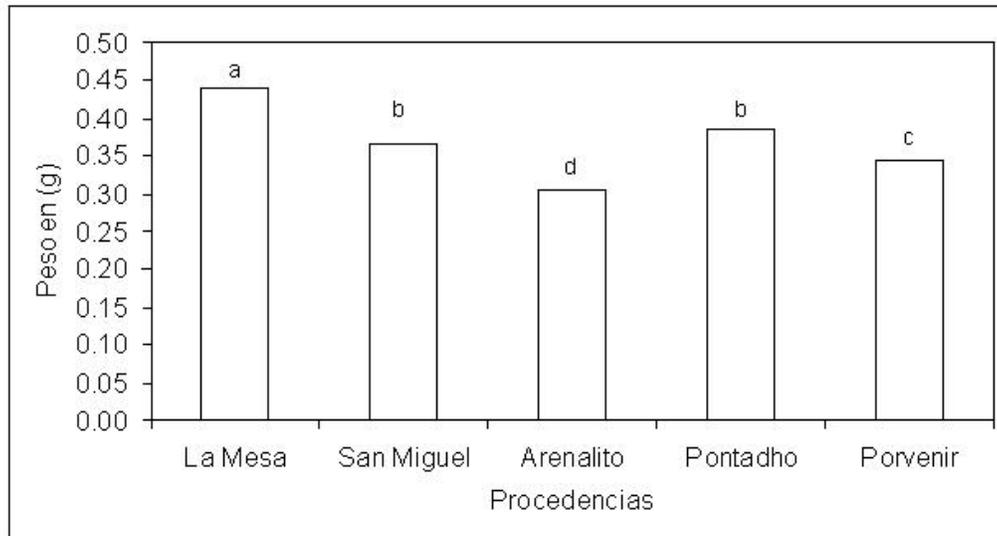


Figura 10. Peso de las semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios realizados reportan resultados similares para esta variable peso de las semillas de *P. cembroides*.

Flores *et al.* (1991), encontraron para localidades cercanas a Saltillo Coahuila para el peso de semillas de *P. cembroides* 0.526g. Nepomuceno *et al.* (1987) reportan para *P. cembroides* de Concepción del Oro, Zacatecas valores medios del peso de las semillas oscuras de 0.36 g, para semillas claras 0.33g, para semillas moteadas 0.31g. Eguluz *et al* (1985) reportan para *P. cembroides* de Veracruz un valor medio del peso de las semillas de 0.35g. Flores y Caldera (1985), reportan para *P. cembroides*, del estado de Nuevo León, un valor medio del peso de las semillas de .35g.

#### 4.2.2.4. Peso de la testa

La variable peso de la testa presento diferencia estadística significativa ( $P < 0.0001$ ), entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el peso de la testa de la semilla en cuatro, en el primero esta La Mesa con un valor de 0.37 g, en el segundo esta Pontadho y san miguel Tlazintla con un valor de 0.30 g, en el tercer grupo encontramos a El Porvenir con un valor de 0.25 g y en el cuarto grupo encontramos a El Arenalito con un promedio de 0.23 g (Figura 11).

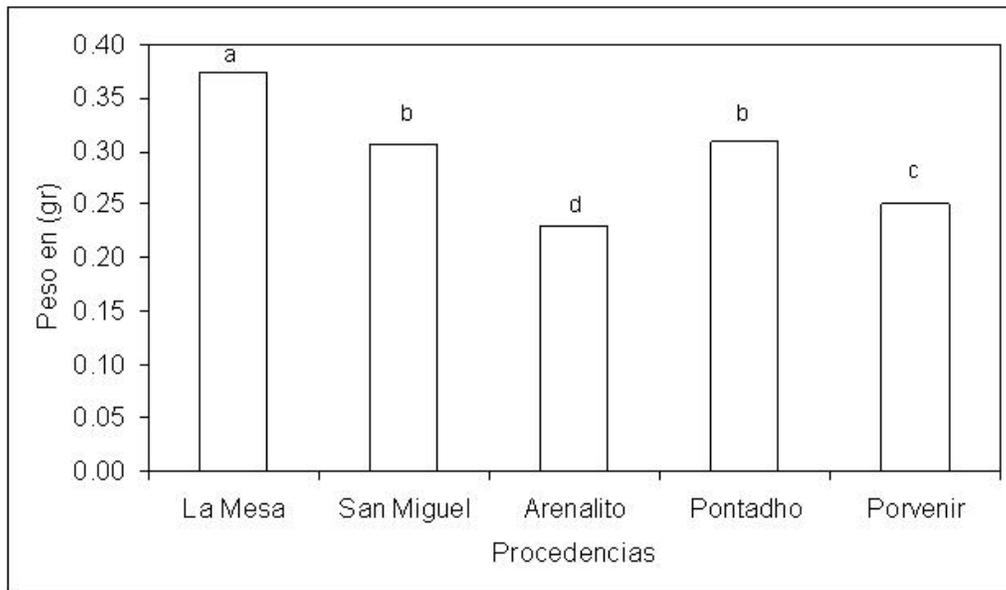


Figura 11. Peso de la testa de las semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios realizados para el peso de la testa de semillas de *P. cembroides* presentan resultados similares a los encontrados en este trabajo. Nepomuceno *et al.* (1987) reportan para *P. cembroides* de Concepción del Oro, Zacatecas valores medios del peso de la testa de las semilla oscuras de 0.23 g y para semillas claras de 0.26 g.

#### 4.2.2.5. Peso del megagametofito

La variable peso del megagametofito presentó diferencia estadística significativa ( $P=0.0039$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el peso del megagametofito en cuatro, en el primero encontramos a Pontadho con un valor de 0.10 g; en el segundo esta El porvenir con 0.09 g; el tercero esta integrado por El arenalito y La Mesa con un valor medio de 0.075 g y el cuarto grupo lo forma San Miguel Tlazintla con un valor de 0.067 g (Figura 12).

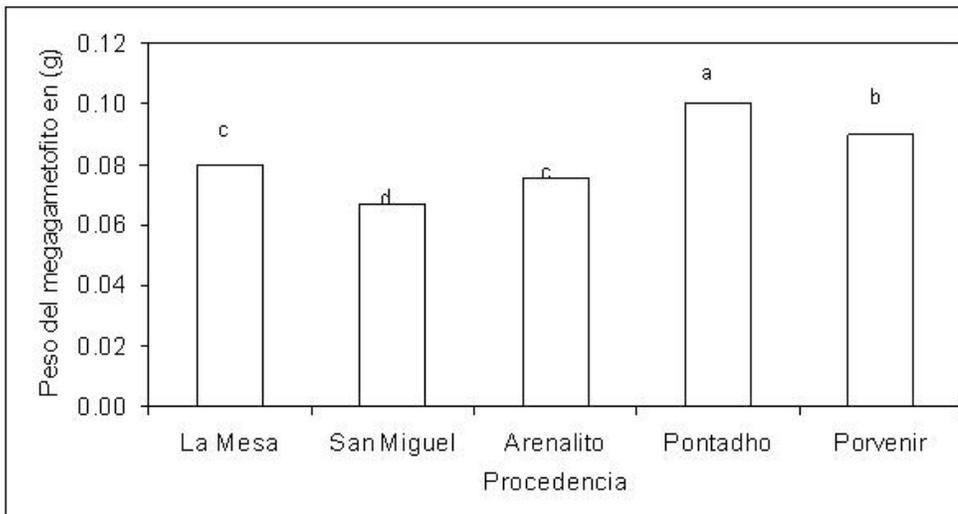


Figura 12. Peso del megagametofito de las semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios realizados para el peso del megagametofito de semillas de *P. cembroides* presentan resultados similares a los encontrados en este trabajo. Nepomuceno *et. al.* (1987), reportan para *P. cembroides* de Concepción del Oro, Zacatecas valores medios del peso del megagametofito de las semilla oscuras de 0.132 g, para semillas claras 0.0721 g.

#### 4.2.2.6. Peso del embrión

La variable peso del embrión presentó diferencia estadística significativa ( $P=0.0003$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el peso del embrión en cuatro, el primero esta formado por La Mesa y Pontadho con un valor de 0.0125 g; en el segundo esta El Porvenir con una media 0.0102 g, el tercero lo integra El Arenalito con un valor de 0.009 g y en el cuarto esta San Miguel Tlazintla con un promedio de 0.007 g (Figura 13).

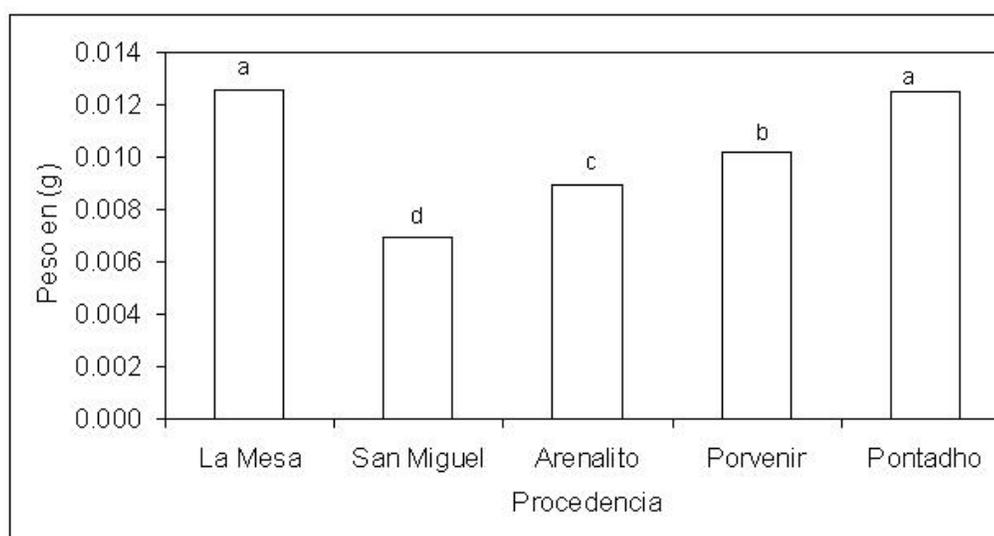


Figura 13. Peso del embrión de las semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

#### 4.2.2.7. Grueso de la testa

La variable grueso de la testa de las semillas presenta diferencia estadística significativa ( $P=0.0322$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el grueso de la testa en tres grupos el primero lo integran La Mesa y San Miguel Tlazintla con un valor medio de 1.175 mm; el segundo lo forman Pontadho

y El Porvenir con un valor de 1.09 mm y el tercero lo integra El Arenalito con un valor de 1.04 mm (Figura 14).

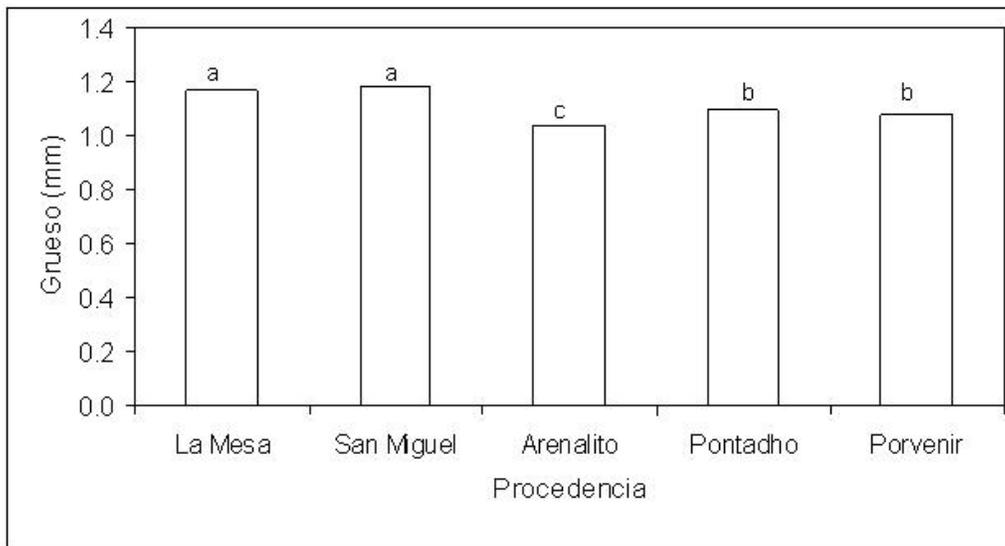


Figura 14. Grueso de la testa de semillas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

Otros estudios realizados para la variable grueso de la testa de las semillas de *P. cembroides* arrojan resultados muy similares a los encontrados en este trabajo.

Flores y Caldera (1985), reportan para *P. cembroides*, del estado de Nuevo Leon, un grosor de testa de las semillas de 1.00 mm. Perry (1991) reporta para *Pinus cembroides* Zucc. un grosor promedio de la testa de las semillas entre 0.5 y 1.0 mm.

Farjon y Styles (1997), consignan para *Pinus cembroides* Zucc. un grosor de la testa de las semillas entre 0.5-1.0 mm, mostrando hasta 1.1 mm; para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. *cembroides* var. *cembroides* un valor de 0.6-1.0 mm, *Pinus cembroides* Zucarini subs. *cembroides* var. *bicolor* un valor de 0.5-1.0 mm,

para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. Lagunaae un valor de 0.5-0.8mm, para *Pinus cembroides* Zucarini subsp. orizabensis un valor de 0.7-1.1 mm, para *Pinus culminicola* un valor de 1.0 mm, para *Pinus remota* un valor de 1-0.4 mm, para *Pinus monophylla* un valor de 0.3-0.5 mm, para *Pinus quadrifolia* un valor de 0.3-0.5 mm, para *Pinus pinceana* un valor de 1.0 mm, para *Pinus nelsonii* un valor de 1.0 mm y para *Pinus maximartinezii* un valor promedio de 0.2 mm. Perry (1991), reporta para *Pinus monophylla*, un valor medio para el grosor de la testa de las semillas de 0.1-0.3 mm, para *Pinus remota* un valor promedio de 0.1-0.4 mm, para *Pinus catarinae* un valor promedio de 0.2-0.5 mm, para *Pinus discolor* un valor promedio de 0.7-1.2 mm, para *Pinus johannis* un valor promedio de 0.5-1.0 mm, para *Pinus juarezenis* un valor medio entre 0.2-0.3 mm, para *Pinus lagunae* un valor promedio de 0.2-0.9 mm, para *Pinus maximartinezii* un valor medio de 1.5 mm.

La Mesa presentó las mayores dimensiones en las semillas probablemente a que es la procedencia que mayor humedad tiene y el suelo presentó mayor contenido de materia orgánica.

### **4.2.3. Plántulas**

#### **4.2.3.1. Número de cotiledones**

La variable número de cotiledones no presenta diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ). La moda y la mediana de todas las procedencias es 10. El valor

promedio del número de cotiledones para todas las procedencias es de 10.25 (Cuadro 5).

Cuadro 5. Número de cotiledones de las plántulas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo.

<b>Procedencia</b>	<b>Promedio</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>
La Mesa	10.31 <sup>a</sup>	10	10
San Miguel	10.57 <sup>a</sup>	10	10
Arenalito	10.21 <sup>a</sup>	10	10
Pontadho	9.92 <sup>a</sup>	10	10
Porvenir	10.33 <sup>a</sup>	10	10

Otros estudios reportan una longitud de cotiledones mayor a la encontrada en el presente trabajo. García y Capó (1989) consignan un valor medio de 10.88 cotiledones, para *P. cembroides* de Santa Victoria, Coahuila, 10.43 cotiledones para Tinajuela, Saltillo, Coahuila, 10.58 para Concepción del Oro, Zacatecas, 10.73 cotiledones para Aramberri, Nuevo León. Perry (1991) reporta para *Pinus cembroides* Zucc. un número de cotiledones promedio de entre (9-11) mostrando con mayor frecuencia 10, para *Pinus monophylla*, un valor medio para el número de cotiledones de (5-10), para *Pinus edulis* un valor promedio entre (8-9) mostrando con mayor frecuencia 9, para *Pinus johannis* un valor promedio de (6-11), mostrando con mayor frecuencia 9, para *Pinus lagunae* un valor promedio de (12), para *Pinus culminicola* un valor promedio de (8-11), para *Pinus maximartinezii* un valor medio de (18-24). García y Capó (1989) consignan un valor medio para el número de cotiledones de *P. ayacahuite* de El Lago Madero, Chihuahua de 12.21 cotiledones, para *P. ayacahuite* de El Realito San Juanito, Chihuahua un valor medio para el número de cotiledones de 13.50 cotiledones para *P. ayacahuite* de Zaragoza Nuevo León un valor medio para el número de

cotiledones de 11.10 cotiledones, para *P. ayacahuite* barchyptera de La Siberia Arteaga, Coahuila, un valor medio para el numero de cotiledones de 11.29 cotiledones, para, *P. ayacahuite* veitchi, de San Juan Tetela, Puebla un valor medio para el numero de cotiledones de 12.22 cotiledones. *Pinus maximartinenzii* de Pueblo Viejo, Juchipila, Zacatecas un valor medio para el numero de cotiledones de 20.28 cotiledones

#### **4.2.3.2. Longitud de cotiledones**

La variable longitud de cotiledones no presentó diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre procedencias. El promedio para todas las procedencias fue de 2.88 cm. Otros estudios reportan una longitud de cotiledones mayor a la encontrada en este trabajo. García y Capó (1989) consignan un valor medio de 3.51 cm, para *P. cembroides* de Santa Victoria, Coahuila, 3.70 cm para la procedencia de la Tinajuela, Saltillo, Coahuila, 3.22 cm para Concepción del Oro, Zacatecas y 3.79 cm para Arramberri, Nuevo León.

#### **4.2.3.3. Diámetro del hipocotilo**

La variable diámetro del hipocotilo presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre procedencias. El análisis de comparación de medias agrupa el diámetro del hipocotilo en cinco, en el primero esta El Porvenir con un valor de 1.77 mm; en el segundo esta El Arenalito con un promedio de 1.64 mm; el tercero esta Pontadho con una media de 1.44 mm y en el cuarto esta La mesa con un

valor de 1.32 mm y en el quinto esta San Miguel Tlazintla con un valor de 1.19 mm (Figura 15).

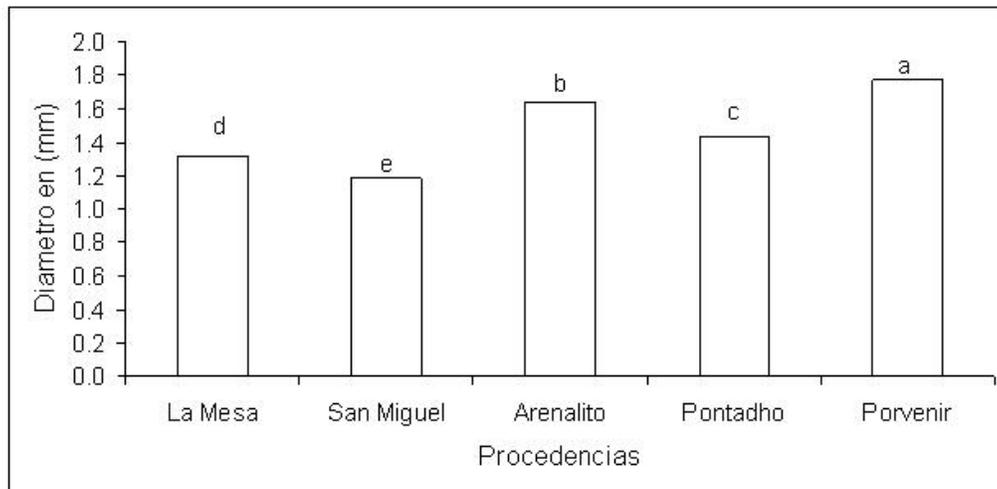


Figura 15. Diámetro del hipocotilo de las plántulas de *P. cembroides* de cinco procedencias en el estado de Hidalgo

#### 4.2.3.4. Longitud del hipocotilo

La variable longitud del hipocotilo no presento diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ). La moda y la mediana de todas las procedencias se encuentra alrededor de 2.00 cm.

Las características morfológicas de las plántulas son muy similares en todas las procedencias, debido probablemente a la cercanía entre ellas y que pertenecen a la misma especie.

### **4.3 Árboles dentro de procedencias**

A continuación se presentan los resultados encontrados de las variables medidas en conos, semillas y plántulas, a nivel de árbol, dentro de procedencia.

#### **4.3.1 Conos**

##### **4.3.1.1. La Mesa**

La longitud de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Los árboles se agrupan en cuatro bloques. El primer grupo integrado por los árboles 12 y 9 con una media de 37.90 mm; el segundo grupo formado por los árboles 13, 7, 15, 10, 3, 5, 4, 2 y 14 con un promedio de 33.35 mm; en el tercer grupo se encuentran los árboles 6, 8 y 1 con una media de 29.49 mm y en el cuarto sólo el árbol 11 con una media 25.33mm (Cuadro 6).

El diámetro de los conos mostró diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ), entre árboles. Se forman tres grupos, en el primer grupo se encuentran los árboles 13, 9, 10 y 12 con una media de 36.19 mm; en el segundo encontramos al 7, 15, 14 y 3, con un promedio de 34.03 mm y el tercero lo integran los árboles 4, 8, 6, 1, 11, 2 y 5 con una media de 31.19 mm (Cuadro 6).

Cuadro 6. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 15 árboles de La Mesa.

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Numero de semillas/cono	Peso verde (g)	Biomasa (g)	Escamas fértiles
1	28.94 <sup>f</sup>	31.07 <sup>e</sup>	9.93 <sup>efg</sup>	15.82 <sup>de</sup>	2.67 <sup>ef</sup>	7.40 <sup>def</sup>
2	32.25 <sup>cde</sup>	30.29 <sup>e</sup>	10.30 <sup>def</sup>	15.94 <sup>de</sup>	3.54 <sup>de</sup>	7.38 <sup>def</sup>
3	33.36 <sup>bcd</sup>	33.50 <sup>d</sup>	12.81 <sup>bcde</sup>	21.43 <sup>bc</sup>	4.52 <sup>bc</sup>	8.09 <sup>bcde</sup>
4	32.36 <sup>cde</sup>	32.16 <sup>de</sup>	10.26 <sup>def</sup>	19.35 <sup>cd</sup>	3.75 <sup>de</sup>	6.33 <sup>fg</sup>
5	32.62 <sup>cd</sup>	30.16 <sup>e</sup>	9.46 <sup>fg</sup>	16.98 <sup>de</sup>	3.37 <sup>de</sup>	7.33 <sup>def</sup>
6	30.67 <sup>def</sup>	32.03 <sup>de</sup>	7.20 <sup>g</sup>	16.55 <sup>de</sup>	3.94 <sup>cd</sup>	5.40 <sup>g</sup>
7	34.38 <sup>bc</sup>	34.57 <sup>bc</sup>	14.46 <sup>bc</sup>	22.06 <sup>bc</sup>	4.64 <sup>b</sup>	9.27 <sup>b</sup>
8	29.31 <sup>ef</sup>	32.11 <sup>de</sup>	12.06 <sup>cdef</sup>	16.92 <sup>de</sup>	3.36 <sup>de</sup>	7.73 <sup>cdef</sup>
9	36.47 <sup>ab</sup>	36.64 <sup>a</sup>	15.53 <sup>ab</sup>	26.06 <sup>a</sup>	5.64 <sup>a</sup>	9.07 <sup>bc</sup>
10	33.59 <sup>bcd</sup>	36.34 <sup>ab</sup>	17.80 <sup>a</sup>	26.39 <sup>a</sup>	5.64 <sup>a</sup>	11.27 <sup>a</sup>
11	25.33 <sup>g</sup>	30.54 <sup>e</sup>	10.13 <sup>defg</sup>	13.39 <sup>e</sup>	3.11 <sup>ef</sup>	7.33 <sup>def</sup>
12	39.33 <sup>a</sup>	35.07 <sup>abc</sup>	10.46 <sup>def</sup>	24.95 <sup>ab</sup>	5.16 <sup>ab</sup>	7.07 <sup>def</sup>
13	36.14 <sup>b</sup>	36.74 <sup>a</sup>	13.20 <sup>bcd</sup>	24.06 <sup>ab</sup>	5.14 <sup>ab</sup>	8.87 <sup>bcd</sup>
14	31.74 <sup>cdef</sup>	33.72 <sup>cd</sup>	10.60 <sup>def</sup>	18.62 <sup>cd</sup>	3.81 <sup>d</sup>	6.80 <sup>etg</sup>
15	33.77 <sup>bcd</sup>	31.07 <sup>c</sup>	10.66 <sup>def</sup>	21.76 <sup>bc</sup>	3.54 <sup>de</sup>	7.40 <sup>def</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El número de semillas por cono presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Existen cuatro grupos, el primer grupo lo forman el árbol 9 y 10 con una media de 16.66 semillas por cono; en el segundo grupo están los árboles 7, 13, 3 y 8 con una media de 13.13 semillas; en el tercero encontramos a los árboles 15, 14, 2, 4, 11, 1, 5 y 12, con un promedio de 10.23 semillas y en el cuarto grupo se ubica el árbol 6 con una media de 7.20 semillas por cono (Cuadro 6).

EL peso verde de los conos presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos. El primer grupo formado por los árboles 10, 9, 12 y 13 con una media de 25.35 g; en el segundo grupo se encuentran los árboles 7, 15, 3, 4 y 14, con un promedio de 20.64 g y el tercer

grupo incluye a los árboles 5, 8, 6, 2, 1 y 11 con una media de 15.92 g por cono (Cuadro 6).

La biomasa de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cinco grupos con base a esta variable. El primer grupo incluye a los árboles 9, 10, 12 y 13 con una media de 5.39 g; en el segundo grupo se encuentra el árbol 7 con un valor de 4.63 g; el tercer grupo integra a los árboles 3 y 6, con un promedio de 4.22 g; en el cuarto grupo está el árbol 14 con una media de 3.81 g y el quinto grupo consta de los árboles 4, 2, 15, 5, 8, 11 y 1 con una media de 3.33 g (Cuadro 6).

El número de escamas fértiles por cono presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles y se formaron cuatro grupos. El primer grupo incluye al árbol 10 con una media de 11.26 escamas; el segundo grupo integra a los árboles 7, 9, 13, 3 con un promedio de 8.81 escamas; en el tercer grupo están los árboles 8, 1, 15, 2, 5, 11, 12 y 14, con un valor de 7.30 escamas por cono y el cuarto grupo que consta de los árboles 4 y 6 con una media de 5.86 escamas por cono (Cuadro 6).

#### **4.3.1.2. San Miguel Tlazintla**

La longitud de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, los cuales formaron cuatro grupos. El primer grupo integra a los árboles 11, 3, 4, 15, 1 y 10 con una media de 34.38 mm; en el segundo grupo están los árboles 14, 13, 6 y 12, con un promedio de 31.70 mm; el tercer grupo

incluye a los árboles 5, 2, 8 y 7, con un valor de 28.31 mm y en el cuarto bloque encontramos al árbol 9 con una media de 23.83 mm (Cuadro 7).

El diámetro de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, los cuales forman cinco grupos. El primer grupo lo forman los árboles 14, 3 y 1 con una media de 36.24 mm; en el segundo bloque están los árboles 11, 15 y 4 con un valor de 34.61 mm; el tercer grupo incluye a los árboles 10, 6 y 13, con una promedio de 32.56 mm; el cuarto grupo integra a los árboles 5, 2, 12, 7 y 8 con una media de 30.74 mm y el quinto grupo con sólo el árbol 9 con una media de 28.13 mm (Cuadro 7).

Cuadro 7. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 15 árboles de San Miguel Tlazintla.

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Numero de semillas/cono	Peso verde (g)	Biomasa (g)	Escamas fértiles
1	33.93 <sup>abc</sup>	36.04 <sup>ab</sup>	15.53 <sup>ab</sup>	25.43 <sup>ab</sup>	4.911 <sup>ab</sup>	10.47 <sup>a</sup>
2	28.42 <sup>fg</sup>	30.81 <sup>f</sup>	11.86 <sup>cde</sup>	13.82 <sup>ef</sup>	2.82 <sup>i</sup>	7.60 <sup>cde</sup>
3	34.84 <sup>ab</sup>	36.41 <sup>ab</sup>	16.21 <sup>a</sup>	27.20 <sup>a</sup>	5.30 <sup>a</sup>	10.07 <sup>a</sup>
4	34.27 <sup>abc</sup>	33.57 <sup>cd</sup>	13.86 <sup>abc</sup>	21.65 <sup>c</sup>	4.62 <sup>abcd</sup>	9.27 <sup>ab</sup>
5	30.00 <sup>ef</sup>	31.51 <sup>ef</sup>	11.20 <sup>cdef</sup>	15.50 <sup>de</sup>	3.39 <sup>ghi</sup>	7.40 <sup>cde</sup>
6	31.50 <sup>de</sup>	32.86 <sup>de</sup>	14.86 <sup>ab</sup>	18.10 <sup>d</sup>	4.22 <sup>bcdefg</sup>	7.33 <sup>cde</sup>
7	26.73 <sup>g</sup>	30.37 <sup>f</sup>	14.42 <sup>abc</sup>	14.36 <sup>ef</sup>	3.46 <sup>tghi</sup>	8.93 <sup>abc</sup>
8	28.26 <sup>fg</sup>	30.36 <sup>f</sup>	8.85 <sup>efg</sup>	14.52 <sup>ef</sup>	3.63 <sup>tghi</sup>	6.14 <sup>e</sup>
9	23.83 <sup>h</sup>	28.13 <sup>g</sup>	7.20 <sup>g</sup>	11.56 <sup>f</sup>	3.24 <sup>hi</sup>	6.14 <sup>e</sup>
10	33.18 <sup>abcd</sup>	32.97 <sup>27de</sup>	8.26 <sup>fg</sup>	18.17 <sup>8d</sup>	4.15 <sup>bcdefg</sup>	6.86 <sup>de</sup>
11	35.87 <sup>a</sup>	35.17 <sup>bc</sup>	15.66 <sup>ab</sup>	23.40 <sup>bc</sup>	4.27 <sup>dcefg</sup>	10.07 <sup>a</sup>
12	30.60 <sup>def</sup>	30.67 <sup>f</sup>	9.40 <sup>defg</sup>	16.04 <sup>ed</sup>	3.84 <sup>defgh</sup>	7.08 <sup>de</sup>
13	31.81 <sup>cde</sup>	31.86 <sup>def</sup>	13.73 <sup>abc</sup>	17.88 <sup>d</sup>	3.90 <sup>cdefgh</sup>	9.38 <sup>ab</sup>
14	32.91 <sup>bcd</sup>	36.28 <sup>a</sup>	12.26 <sup>bcd</sup>	22.72 <sup>bc</sup>	4.69 <sup>abc</sup>	7.50 <sup>cde</sup>
15	34.23 <sup>abc</sup>	35.11 <sup>bc</sup>	13.60 <sup>abc</sup>	22.47 <sup>c</sup>	4.40 <sup>bcde</sup>	8.17 <sup>bcd</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El número de semillas por cono presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, los cuales forman tres grupos. El primero incluye a los árboles 3, 11, 1, 6, 7, 4, 13 y 15 con una media de 14.73 semillas; el segundo

grupo lo integran los árboles 14, 2, 5 y 12 con un promedio de 11.18 semillas; el tercer grupo incluye a los árboles 5 y 12 con un valor de 11.18 semillas y el cuarto bloque incluye a los árboles 8, 10 y 9 con un valor promedio de 8.10 semillas (Cuadro 7).

El peso verde de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, y se agrupan en cuatro bloques. El primer grupo lo forman los árboles 3 y 1 con una media de 26.31 g; el segundo grupo incluye a los árboles 11, 14, 15 y 4 con un promedio de 22.56 g; el tercer grupo integra a los árboles 10, 6, 13, 12 y 5 con una media de 17.13 g y el cuarto lo forman los árboles 8, 7, 2 y 9 con una media de 13.56 g por cono (Cuadro 7).

La biomasa de los conos presento diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles y formó tres grupos. El primer grupo integrado por los árboles 3, 1, 14 y 4 con una media de 4.88 g; el segundo grupo incluye a los árboles 15, 11, 6, 10, 13 y 12, con un promedio de 4.13 g y en el tercer grupo están los árboles 8, 7, 5, 9 y 2, con un valor de 3.30 g por cono (Cuadro 7).

El número de escamas fértiles por cono presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, el primero formado por los árboles 1, 3, 11, 13, 4 y 7 con una media de 9.36 escamas; el segundo integrado por los árboles 15, 2, 14, 5, 6, 12 y 10 con un promedio de 7.41 escamas y en el tercero están los árboles 8 y 9 con una media de 6.14 escamas.

### 4.3.1.3. El Arenalito

La longitud de los conos presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se identifican cinco grupos, el primer grupo integrado sólo por el árbol 1 con una media de 34.96 mm; el segundo grupo formado por los árboles 5, 8, 6 y 13, con un promedio de 29.33 mm; el tercero incluye a los árboles 10, 4 y 9, con un valor medio de 25.76 mm; en el cuarto están los árboles 7, 12 y 11, con una media de 22.55 mm y el quinto bloque integra a los árboles 2 y 3, con un valor de 19.90 mm (Cuadro 8).

Cuadro 8. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 13 árboles de El Arenalito.

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Numero de semillas/cono
1	34.96 <sup>a</sup>	34.31 <sup>a</sup>	19.38 <sup>a</sup>
2	20.77 <sup>gh</sup>	25.24 <sup>d</sup>	11.6 <sup>cde</sup>
3	19.05 <sup>h</sup>	22.34 <sup>e</sup>	6.53 <sup>f</sup>
4	25.85 <sup>de</sup>	27.43 <sup>c</sup>	8.66 <sup>ef</sup>
5	30.36 <sup>b</sup>	30.17 <sup>b</sup>	14.66 <sup>bc</sup>
6	28.77 <sup>bc</sup>	30.50 <sup>b</sup>	11.78 <sup>cde</sup>
7	23.30 <sup>efg</sup>	26.62 <sup>cd</sup>	17.14 <sup>b</sup>
8	29.61 <sup>bc</sup>	30.56 <sup>b</sup>	17.60 <sup>b</sup>
9	24.52 <sup>def</sup>	26.47 <sup>cd</sup>	11.64 <sup>cde</sup>
10	26.93 <sup>cd</sup>	30.48 <sup>b</sup>	13.26 <sup>cd</sup>
11	22.03 <sup>fg</sup>	22.86 <sup>e</sup>	11.10 <sup>cde</sup>
12	22.33 <sup>fg</sup>	26.95 <sup>cd</sup>	8.66 <sup>ef</sup>
13	28.60 <sup>bc</sup>	28.11 <sup>c</sup>	9.90 <sup>def</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cinco grupos, en el primero encontramos sólo al árbol 1 con una media de 34.31 mm; en el segundo encontramos a los árboles 8, 6, 10 y 5 con un promedio de 30.42 mm; en el tercero encontramos a los árboles 13, 4, 12, 7 y 9 con un valor de 27.11 mm; en el cuarto está únicamente el árbol 2 con una

valor medio 25.24 mm y en el quinto encontramos a los árboles 11 y 3 con una media de 22.60 mm (Cuadro 8).

El número de semillas por cono presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cuatro grupos, el primero únicamente con el árbol 1 con una media de 19.38 semillas; el segundo formado por los árboles 8, 7 y 5, con un promedio de 16.46 semillas; el tercero integrado por los árboles 10, 6, 9, 2 y 11, con un valor de 11.87 semillas y en el cuarto están los árboles 13, 12, 4 y 3 con una media de 8.43 semillas por cono (Cuadro 8).

#### **4.3.1.4. Pontadho**

La longitud de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se identifican tres grupos, el primero formado por los árboles 16, 10, 5 y 7 con una media de 32.72 mm; el segundo con los árboles 1, 4, 9, 12, 15, 14, 13, 6 y 8, con un promedio de 29.85 mm y en el tercer grupo encontramos a los árboles 11, 2 y 3, con un valor de 26.17 mm (Cuadro 9).

El diámetro del cono presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se identificaron tres grupos, el primero incluye a los árboles 16, 10 y 5, con una media de 34.1 mm; el segundo cuenta con los árboles 9, 14, 12, 4, 13, 11 y 15, con un promedio de 31.09 mm y en el tercer están los árboles 1, 8, 3, 6, 2 y 7, con un valor medio de 28.20 mm (Cuadro 9).

Cuadro 9. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 16 árboles de Pontadho.

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Numero de semillas/cono	Peso verde (g)	Biomasa (g)	Escamas fértiles
1	31.11 <sup>bc</sup>	29.58 <sup>defg</sup>	7.86 <sup>de</sup>	14.35 <sup>bc</sup>	2.84 <sup>cd</sup>	4.86 <sup>fg</sup>
2	25.89 <sup>e</sup>	27.71 <sup>g</sup>	8.33 <sup>cde</sup>	10.39 <sup>de</sup>	1.95 <sup>f</sup>	4.90 <sup>defg</sup>
3	25.76 <sup>e</sup>	28.18 <sup>fg</sup>	8.73 <sup>cde</sup>	10.06 <sup>de</sup>	2.12 <sup>ef</sup>	6.06 <sup>defg</sup>
4	31.09 <sup>bc</sup>	31.09 <sup>bcd</sup>	15.00 <sup>a</sup>	15.88 <sup>b</sup>	2.87 <sup>cd</sup>	8.86 <sup>a</sup>
5	32.24 <sup>ab</sup>	33.35 <sup>ab</sup>	9.72 <sup>cd</sup>	18.80 <sup>a</sup>	3.33 <sup>bc</sup>	6.54 <sup>cde</sup>
6	28.91 <sup>bcd</sup>	28.14 <sup>fg</sup>	7.50 <sup>de</sup>	14.94 <sup>bc</sup>	2.03 <sup>ef</sup>	4.90 <sup>fg</sup>
7	31.44 <sup>ab</sup>	27.23 <sup>g</sup>	7.46 <sup>de</sup>	10.57 <sup>de</sup>	2.87 <sup>cd</sup>	4.40 <sup>g</sup>
8	27.64 <sup>ed</sup>	28.37 <sup>defg</sup>	7.40 <sup>de</sup>	10.64 <sup>de</sup>	2.19 <sup>ef</sup>	5.57 <sup>defg</sup>
9	31.09 <sup>bc</sup>	32.15 <sup>bc</sup>	9.60 <sup>cd</sup>	14.38 <sup>bc</sup>	3.21 <sup>bc</sup>	6.40 <sup>def</sup>
10	32.44 <sup>ab</sup>	34.45 <sup>a</sup>	10.53 <sup>bc</sup>	18.53 <sup>a</sup>	3.77 <sup>b</sup>	7.26 <sup>bc</sup>
11	26.85 <sup>e</sup>	30.56 <sup>cde</sup>	8.20 <sup>cde</sup>	12.29 <sup>cde</sup>	2.56 <sup>de</sup>	6.26 <sup>cdef</sup>
12	30.26 <sup>bcd</sup>	31.26 <sup>bcd</sup>	8.60 <sup>cde</sup>	15.38 <sup>b</sup>	3.21 <sup>bc</sup>	6.06 <sup>cdef</sup>
13	29.14 <sup>bcd</sup>	31.06 <sup>bcd</sup>	6.80 <sup>e</sup>	14.50 <sup>bc</sup>	3.73 <sup>b</sup>	5.33 <sup>defg</sup>
14	29.49 <sup>bcd</sup>	31.32 <sup>cd</sup>	6.53 <sup>e</sup>	14.42 <sup>bc</sup>	3.18 <sup>cd</sup>	5.13 <sup>defg</sup>
15	29.90 <sup>bcd</sup>	30.25 <sup>cdef</sup>	8.60 <sup>dce</sup>	13.24 <sup>bcd</sup>	3.39 <sup>bc</sup>	7.06 <sup>bcd</sup>
16	34.79 <sup>a</sup>	34.50 <sup>a</sup>	12.76 <sup>ba</sup>	19.71 <sup>a</sup>	4.62 <sup>a</sup>	8.14 <sup>ab</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El número de semillas por cono presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, el primero integrado por los árboles 4 y 16 con una media de 13.88 semillas; en el segundo grupo están los árboles 10, 5 y 9 y presentan un promedio de 9.95 semillas y el tercer grupo incluye a los árboles 3, 15, 12, 2, 11, 1, 6, 7, 8, 13 y 14 con un valor medio de 7.81 semillas por cono (Cuadro 9).

El peso verde de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se identifican tres grupos. El primer grupo incluye a los árboles 16, 5 y 10 con una media de 19.00 g; en el segundo grupo están los árboles 4, 12, 6, 13, 14, 9, 1 y 15 con un promedio de 14.63 g y el tercer grupo integra a los árboles 11, 8, 7, 2 y 3 con un valor medio de 10.78 g por cono (Cuadro 9).

La biomasa de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, los cuales se agrupan cuatro bloques. El primer grupo sólo lo integra el árbol 16, con una media de 4.68g; el segundo grupo incluye a los árboles 10, 13, 15, 5, 12, 9 y 14, con un promedio de 3.40 g; el tercer grupo integra a los árboles 7, 4, 1 y 11, con una media de 2.78 g y en el cuarto grupo están los árboles 8, 3, 6 y 2 con un valor medio de 2.07 g (Cuadro 9).

El número de escamas fértiles por cono presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se identifican tres grupos, el primero formado por los árboles 4 y 16 con una media de 8.50 escamas; el segundo grupo incluye a los árboles 10, 15, 5, 9, 11, 12 y 3 con un promedio de 6.52 escamas y en el tercer grupo están los árboles 8, 13, 14, 2, 6, 1 y 7, con un valor promedio de 5.04 escamas por cono (Cuadro 9).

#### **4.3.1.5. El Porvenir**

La longitud de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se pueden identificar cinco grupos, el primero formado por los árboles 4, 6 y 14 con una media de 36.91 mm; el segundo grupo integrado por los árboles 1 y 11 con un promedio de 32.09 mm; el tercer grupo incluye a los árboles 13, 8, 2 y 15 con un valor de 28.90 mm; en el cuarto grupo están los árboles 3, 12, 7, 9 y 10, con un valor medio de 26.25 mm y en el quinto solo aparece el árbol 5 con una media de 22.95 mm (Cuadro 10).

Cuadro 10. Valores promedio de las variables morfológicas de los conos de 15 árboles de El Porvenir.

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Numero de semillas/cono
1	32.98 <sup>b</sup>	31.80 <sup>cd</sup>	18.85 <sup>abc</sup>
2	28.63 <sup>cdef</sup>	29.50 <sup>efg</sup>	11.73 <sup>f</sup>
3	26.95 <sup>fg</sup>	30.59 <sup>def</sup>	13.33 <sup>ef</sup>
4	35.72 <sup>b</sup>	35.90 <sup>a</sup>	13.86 <sup>cde</sup>
5	22.95 <sup>h</sup>	28.27 <sup>fg</sup>	13.06 <sup>ef</sup>
6	36.84 <sup>a</sup>	32.21 <sup>cd</sup>	20.50 <sup>ab</sup>
7	26.41 <sup>fg</sup>	28.30 <sup>fg</sup>	17.26 <sup>bcd</sup>
8	29.32 <sup>cde</sup>	32.07 <sup>cd</sup>	12.85 <sup>ef</sup>
9	26.40 <sup>g</sup>	27.93 <sup>g</sup>	13.33 <sup>ef</sup>
10	24.91 <sup>gh</sup>	28.07 <sup>fg</sup>	12.60 <sup>ef</sup>
11	31.20 <sup>bc</sup>	33.44 <sup>bc</sup>	14.20 <sup>efd</sup>
12	26.60 <sup>fg</sup>	28.29 <sup>fg</sup>	12.33 <sup>f</sup>
13	29.81 <sup>cd</sup>	30.26 <sup>def</sup>	17.5 <sup>bcd</sup>
14	38.10 <sup>a</sup>	35.04 <sup>ab</sup>	20.93 <sup>a</sup>
15	27.86 <sup>ef</sup>	29.55 <sup>efg</sup>	11.26 <sup>f</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de los conos presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, el primero que incluye a los árboles 4 y 14, con una media de 35.46 mm; en el segundo están los árboles 11, 6, 8, 1 y 3, con un promedio de 32.22 mm; el tercer grupo integra a los árboles 13, 15, 2, 7, 12 y 5, con un valor de 29.02 mm y el cuarto grupo incluye a los árboles 10 y 9, con un valor medio de 28.00 mm (Cuadro 10).

El número de semillas por cono, presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, el primero lo integran los árboles 1, 6 y 14 con una media de 20.09 semillas; en el segundo grupo están los árboles 13, 7, 4 y 11, con un valor promedio de 16.22 semillas y el tercer grupo incluye a los árboles 9, 3, 5, 8, 10, 12, 2 y 15, con un valor de 12.50 semillas por cono (Cuadro 10).

### 4.3.2. Semillas

#### 4.3.2.1. La Mesa

La longitud de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primer grupo encontramos al árbol 15 con una media de 16.56 mm; en el segundo grupo encontramos al árbol 12 con una media de 15.78 mm; en el tercer grupo están el 6, 9, 3, 4, 5, 14, 13 y 7 con un promedio de 14.58 mm; el cuarto grupo integra a los árboles 1, 2 y 8 con un valor medio de 13.79 mm. En el quinto se encuentran los árboles 10 y 11 con una media de 12.95 mm. (Cuadro 11).

Cuadro 11. Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 15 árboles de la procedencia La Mesa.

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Peso testa (g)	Peso mega gametofito (g)	Peso endospermo (g)	Peso embrión (g)	Grueso testa (mm)
1	13.87 <sup>fg</sup>	8.03 <sup>ef</sup>	0.34 <sup>fg</sup>	0.31 <sup>gh</sup>	0.03 <sup>e</sup>	0.032 <sup>f</sup>	0.008 <sup>fg</sup>	1.04 <sup>e</sup>
2	13.77 <sup>g</sup>	8.12 <sup>def</sup>	0.35 <sup>fg</sup>	0.33 <sup>fg</sup>	0.03 <sup>e</sup>	0.036 <sup>f</sup>		1.10 <sup>def</sup>
3	14.66 <sup>cde</sup>	8.52 <sup>bc</sup>	0.44 <sup>cd</sup>	0.39 <sup>cd</sup>	0.08 <sup>bc</sup>	0.070 <sup>cd</sup>	0.012 <sup>bcdef</sup>	1.22 <sup>c</sup>
4	14.67 <sup>cde</sup>	7.94 <sup>f</sup>	0.42 <sup>de</sup>	0.35 <sup>ef</sup>	0.07 <sup>bc</sup>	0.084 <sup>bc</sup>	0.015 <sup>ab</sup>	1.17 <sup>cde</sup>
5	14.53 <sup>cde</sup>	8.45 <sup>bc</sup>	0.46 <sup>c</sup>	0.38 <sup>cd</sup>	0.08 <sup>bc</sup>	0.072 <sup>cd</sup>	0.008 <sup>efg</sup>	1.23 <sup>c</sup>
6	14.92 <sup>c</sup>	8.27 <sup>cde</sup>	0.45 <sup>cd</sup>	0.40 <sup>c</sup>	0.06 <sup>cd</sup>	0.056 <sup>de</sup>	0.009 <sup>cdefg</sup>	1.21 <sup>cd</sup>
7	14.25 <sup>ef</sup>	8.12 <sup>def</sup>	0.41 <sup>de</sup>	0.33 <sup>fg</sup>	0.08 <sup>bc</sup>	0.070 <sup>cd</sup>	0.011 <sup>bcdefg</sup>	1.04 <sup>f</sup>
8	13.75 <sup>g</sup>	8.41 <sup>bcd</sup>	0.47 <sup>c</sup>	0.35 <sup>efg</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.106 <sup>a</sup>	0.013 <sup>abcde</sup>	1.08 <sup>ef</sup>
9	14.77 <sup>cd</sup>	7.62 <sup>gh</sup>	0.40 <sup>e</sup>	0.29 <sup>hi</sup>	0.11 <sup>a</sup>	0.102 <sup>ab</sup>	0.015 <sup>ab</sup>	1.05 <sup>ef</sup>
10	13.15 <sup>h</sup>	7.87 <sup>fg</sup>	0.33 <sup>g</sup>	0.29 <sup>hi</sup>	0.03 <sup>e</sup>	0.041 <sup>ef</sup>	0.008 <sup>efg</sup>	1.08 <sup>ef</sup>
11	12.76 <sup>h</sup>	7.54 <sup>h</sup>	0.32 <sup>g</sup>	0.27 <sup>i</sup>	0.07 <sup>c</sup>	0.070 <sup>cd</sup>	0.009 <sup>defg</sup>	1.12 <sup>cdef</sup>
12	15.78 <sup>b</sup>	9.14 <sup>a</sup>	0.66 <sup>a</sup>	0.56 <sup>a</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.092 <sup>abc</sup>	0.018 <sup>a</sup>	1.52 <sup>a</sup>
13	14.40 <sup>de</sup>	8.63 <sup>b</sup>	0.47 <sup>c</sup>	0.37 <sup>cde</sup>	0.09 <sup>ab</sup>	0.090 <sup>abc</sup>	0.013 <sup>abcd</sup>	1.17 <sup>cde</sup>
14	14.42 <sup>cde</sup>	8.02 <sup>ef</sup>	0.38 <sup>ef</sup>	0.36 <sup>def</sup>	0.04 <sup>de</sup>	0.040 <sup>ef</sup>	0.007 <sup>g</sup>	1.11 <sup>cdef</sup>
15	16.56 <sup>a</sup>	8.38 <sup>bcd</sup>	0.57 <sup>b</sup>	0.48 <sup>b</sup>	0.09 <sup>ab</sup>	0.091 <sup>abc</sup>	0.014 <sup>abc</sup>	1.36 <sup>b</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de la semilla presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cuatro grupos, el primer sólo por el árbol 12 con una media 9.14 mm; el segundo agrupa a los árboles 13, 3, 5, 8, 15 y 6 con un promedio de 8.44 mm; el tercero incluye a los árboles 7, 2, 1, 14, 4 y 10 con un valor de 8.02 mm y en el cuarto grupo están los árboles 9 y 11 con una media de 7.58 mm. (Cuadro 11).

El peso de la semilla presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) por lo tanto. Se forman cinco grupos, el primero lo integra el árbol 12 con una media 0.66 g; en el segundo grupo encontramos al árbol 15 con una media de 0.57 g; el tercero agrupa a los árboles 13, 8, 5, 6 y 3 con una media de 0.45 g y en el cuarto grupo están los árboles 4, 7, 9 y 14 con una media de 0.40 g; en el quinto grupo están los árboles 2, 1, 10 y 11 con una valor medio de 0.34 g (Cuadro 11).

El peso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primer grupo encontramos al árbol 12 con una media 0.56 g; en el segundo bloque encontramos al árbol 15 con una media de 0.48 g; en el tercer grupo están los árboles 6, 3, 5 y 13 con una media de 0.39 g; el cuarto grupo integra a los árboles 14, 4, 8, 7 y 2 con una media de 0.34 g y el quinto grupo incluye a los árboles 1, 10, 9 y 11 con un valor de 0.29 g. (Cuadro 11).

El peso del megagametofito presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles

9, 8, 12, 15 y 13 con una media 0.10 g; en el segundo bloque encontramos a los árboles 3, 7, 5, 4, 11 y 6 con una media de 0.08 g y el tercer grupo lo integran los árboles 14, 2, 10 y 1 con una media de 0.036 g (Cuadro 11).

El peso del endospermo de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, en el primero grupo encontramos a los árboles 8, 9, 12, 15 y 13 con una media de 0.096 g; en el segundo grupo encontramos a los árboles 4, 5, 3, 11, 7 y 6 con una media de 0.70 g y en el tercer grupo están los árboles 10, 14, 2 y 1 con una media de 0.037 g (Cuadro 11).

El peso del embrión de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, el primero incluye a los árboles 12, 9, 4, 15, 13, y 8 con una media de 0.014 g; en el segundo encontramos a los árboles 3, 7, 6, 11, 5, 10 y 1 con una media de 0.009 g y en el tercer grupo está el árbol 14 con una media de 0.007 g (Cuadro 11).

El grueso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ). Se forman cuatro grupos, en el primero encontramos al árbol 12 con una media 1.52 mm; el segundo lo forma el árbol 15 con una media de 1.36 mm; en el tercer grupo están los árboles 5, 3, 6, 4, 13, 11 y 14 con una media de 1.17 mm; en el cuarto grupo están los árboles 2, 10, 8, 9, 7 y 1 con una media de 1.07 mm. (Cuadro 11).

#### 4.3.2.2. San Miguel Tlazintla

La longitud de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primero encontramos al árbol 14 con una media de 15.40 mm; en el segundo lo forman los árboles 10 y 6 con una media de 14.76 mm; en el tercer grupo están los árboles 1, 3 y 13 con una media de 13.98 mm; en el cuarto grupo están los árboles 15, 5, 11, 8 y 4 con una media de 13.19 mm y en el quinto grupo encontramos a los árboles 12, 9 y 7 con una media de 12.34 mm. (Cuadro 12).

Cuadro 12 Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia. San Miguel Tlazintla

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Peso testa	Peso mega gametofito (g)	Peso endospermo (g)	Peso embrión (g)	Grueso testa (mm)
1	14.27 <sup>c</sup>	8.26 <sup>b</sup>	0.44 <sup>ab</sup>	0.36 <sup>c</sup>	0.104 <sup>a</sup>	0.092 <sup>a</sup>	0.012 <sup>a</sup>	1.24 <sup>abc</sup>
3	13.90 <sup>cd</sup>	7.53 <sup>d</sup>	0.32 <sup>d</sup>	0.26 <sup>f</sup>	0.050 <sup>d</sup>	0.043 <sup>d</sup>	0.007 <sup>bcd</sup>	1.07 <sup>ef</sup>
4	13.08 <sup>ef</sup>	7.81 <sup>c</sup>	0.38 <sup>bcd</sup>	0.30 <sup>de</sup>	0.074 <sup>bc</sup>	0.067 <sup>bc</sup>	0.007 <sup>bcd</sup>	1.26 <sup>ab</sup>
5	13.23 <sup>e</sup>	7.79 <sup>c</sup>	0.34 <sup>cd</sup>	0.26 <sup>f</sup>	0.069 <sup>bc</sup>	0.061 <sup>bc</sup>	0.007 <sup>bcd</sup>	1.17 <sup>bcde</sup>
6	14.73 <sup>b</sup>	7.34 <sup>de</sup>	0.34 <sup>cd</sup>	0.26 <sup>f</sup>	0.078 <sup>b</sup>	0.068 <sup>b</sup>	0.009 <sup>b</sup>	1.12 <sup>cde</sup>
7	11.79 <sup>h</sup>	7.20 <sup>e</sup>	0.32 <sup>d</sup>	0.21 <sup>g</sup>	0.032 <sup>e</sup>	0.029 <sup>e</sup>	0.004 <sup>de</sup>	1.10 <sup>def</sup>
8	13.18 <sup>e</sup>	7.98 <sup>c</sup>	0.37 <sup>bcd</sup>	0.26 <sup>f</sup>	0.093 <sup>a</sup>	0.085 <sup>a</sup>	0.007 <sup>bcd</sup>	1.12 <sup>cde</sup>
9	12.47 <sup>g</sup>	7.50 <sup>d</sup>	0.35 <sup>cd</sup>	0.28 <sup>ef</sup>	0.063 <sup>c</sup>	0.057 <sup>c</sup>	0.005 <sup>cde</sup>	1.31 <sup>a</sup>
10	14.80 <sup>b</sup>	8.72 <sup>a</sup>	0.41 <sup>abc</sup>	0.36 <sup>b</sup>	0.051 <sup>d</sup>	0.058 <sup>bc</sup>	0.006 <sup>bcd</sup>	1.21 <sup>abcd</sup>
11	13.21 <sup>e</sup>	7.97 <sup>c</sup>	0.33 <sup>cd</sup>	0.30 <sup>de</sup>	0.033 <sup>e</sup>	0.029 <sup>e</sup>	0.003 <sup>e</sup>	1.23 <sup>abc</sup>
12	12.78 <sup>fg</sup>	7.87 <sup>c</sup>	0.33 <sup>cd</sup>	0.27 <sup>f</sup>	0.068 <sup>bc</sup>	0.059 <sup>bc</sup>	0.008 <sup>bc</sup>	1.18 <sup>bcde</sup>
13	13.79 <sup>d</sup>	7.90 <sup>c</sup>	0.35 <sup>cd</sup>	0.32 <sup>cd</sup>	0.046 <sup>d</sup>	0.038 <sup>de</sup>	0.008 <sup>bc</sup>	1.24 <sup>abc</sup>
14	15.40 <sup>a</sup>	8.83 <sup>a</sup>	0.48 <sup>a</sup>	0.40 <sup>a</sup>	0.073 <sup>bc</sup>	0.065 <sup>bc</sup>	0.007 <sup>bcd</sup>	1.21 <sup>abcd</sup>
15	13.29 <sup>e</sup>	8.26 <sup>b</sup>	0.36 <sup>cd</sup>	0.29 <sup>e</sup>	0.072 <sup>bc</sup>	0.063 <sup>bc</sup>	0.009 <sup>b</sup>	1.00 <sup>f</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primero encontramos a los árboles 14 y 10 con una media 8.77 mm; el segundo lo forman los árboles 1 y 15 con una media de 8.26 mm; en el tercero están los árboles 8, 11, 13, 12, 4 y 5 con una media de 7.88 mm; en el cuarto se encuentran los árboles 3, 6 y 9 con una media de 7.52 mm y en el quinto grupo encontramos al árbol 7 con una media de 7.20 mm. (Cuadro 12).

El peso de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman dos grupos, en el primero encontramos a los árboles 14, 1 y 10 con una media 0.44 g y en el segundo encontramos a los árboles 4, 8, 15, 13, 9, 5, 6, 11, 12, 7 y 3 con una media de 0.34 g (Cuadro 12).

El peso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman seis grupos, en el primero encontramos al árbol 14 con una media 0.40 g; en el segundo grupo encontramos al árbol 10 con una media de 0.36 g; en el tercero grupo están los árboles 1 y 13 con una media de 0.33 g; en el cuarto grupo están los árboles 11, 4, 15 y 9 con una media de 0.29g; en el quinto grupo encontramos a los árboles 12, 5, 6, 8 y 3 con una media de 0.26g y en el sexto grupo encontramos al árbol 7 con una media de 0.21g (Cuadro 12).

El gametofito de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primero encontramos a los árboles 1 y 8 con una media 0.098 g; en el segundo encontramos a los árboles 6, 4, 14, 15, 5

y 12 con una media de 0.072 g; en el tercero está el árbol 9 con una media de 0.63 g; en el cuarto grupo encontramos a los árboles 10, 3 y 13 con una media de 0.049 g y en el quinto grupo encontramos a los árboles 11 y 7 con una media de 0.033 g (Cuadro 12).

El peso del endospermo de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primero encontramos a los árboles 1 y 8 con una media de 0.089 g; en el segundo encontramos a los árboles 6, 4, 14, 15, 5, 12 y 10 con una media de 0.063 g; en el tercer grupo está el árbol 9 con una media de 0.057 g; en el cuarto grupo están los árboles 3 y 13 con una media de 0.041 g y en el quinto grupo encontramos a los árboles 11 y 7 con una media de 0.029 g (Cuadro 12).

El peso del embrión de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, en el primero encontramos al árbol 1 con una media de 0.012 g; en el segundo encontramos a los árboles 6, 15, 12, 13, 14, 5, 8, 3, 4 y 10 con una media de 0.008 g y en el tercer grupo se encuentran los árboles 9, 7 y 11 con una media de 0.004 g (Cuadro 12).

El grueso de la testa de la semilla presenta diferencias estadística significativas ( $p < 0.0001$ ). Se forman tres grupos, en el primero encontramos a los árboles 9, 4, 1, 13, 11, 10 y 14 con una media de 1.24 mm; en el segundo encontramos a los árboles 12, 5, 6, 8, 7 y 3 con una media de 1.12 mm; En el tercer grupo encontramos al árbol 15 con una media de 1.00 mm. (Cuadro 12).

### 4.3.2.3. El Arenalito

La longitud de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman seis grupos, en el primer encontramos al árbol 1 con una media de 14.18mm; en el segundo grupo encontramos a los árboles 10, 13, 5, con una media de 13.22 mm; en el tercer bloque están el 12, 6 y 9 con una media de 12.36 mm; en el cuarto lo constituyen los árboles 4 y 11 con una media de 11.73 mm; en el quinto grupo están el 8, 7, 3, con una, media de 10.99 mm y en el sexto se encuentra solo el árbol 2 con una media de 10.04 mm. (Cuadro 13).

Cuadro 13 Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia El Arenalito

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Peso testa	Peso mega gametofito (g)	Peso endospermo (g)	Peso embrión (g)	Grueso testa (mm)
1	14.18 <sup>a</sup>	8.37 <sup>a</sup>	0.45 <sup>a</sup>	0.35 <sup>a</sup>	0.100 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.013 <sup>ab</sup>	1.14 <sup>bc</sup>
2	10.04 <sup>i</sup>	6.38 <sup>f</sup>	0.17 <sup>g</sup>	0.13 <sup>i</sup>	0.03 <sup>d</sup>	0.03 <sup>e</sup>	0.004 <sup>h</sup>	0.81 <sup>e</sup>
3	10.86 <sup>h</sup>	6.50 <sup>ef</sup>	0.21 <sup>f</sup>	0.15 <sup>hi</sup>	0.06 <sup>c</sup>	0.05 <sup>d</sup>	0.006 <sup>fg</sup>	0.86 <sup>e</sup>
4	11.95 <sup>ef</sup>	7.40 <sup>c</sup>	0.31 <sup>d</sup>	0.25 <sup>cd</sup>	0.06 <sup>c</sup>	0.04 <sup>d</sup>	0.008 <sup>ef</sup>	1.19 <sup>ab</sup>
5	12.98 <sup>bc</sup>	7.88 <sup>b</sup>	0.38 <sup>b</sup>	0.28 <sup>b</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.011 <sup>cd</sup>	1.17 <sup>b</sup>
6	12.49 <sup>cd</sup>	7.88 <sup>b</sup>	0.36 <sup>bc</sup>	0.26 <sup>bc</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.012 <sup>bc</sup>	1.07 <sup>bcd</sup>
7	11.05 <sup>gh</sup>	6.31 <sup>f</sup>	0.22 <sup>ef</sup>	0.18 <sup>fg</sup>	0.04 <sup>d</sup>	0.04 <sup>e</sup>	0.004 <sup>h</sup>	0.99 <sup>d</sup>
8	11.08 <sup>gh</sup>	6.51 <sup>ef</sup>	0.23 <sup>ef</sup>	0.16 <sup>gh</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.06 <sup>c</sup>	0.010 <sup>cd</sup>	0.87 <sup>e</sup>
9	12.06 <sup>de</sup>	6.91 <sup>d</sup>	0.26 <sup>e</sup>	0.21 <sup>e</sup>	0.04 <sup>d</sup>	0.03 <sup>e</sup>	0.005 <sup>gh</sup>	1.08 <sup>bcd</sup>
10	13.46 <sup>b</sup>	7.27 <sup>c</sup>	0.36 <sup>bc</sup>	0.26 <sup>c</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.09 <sup>a</sup>	0.009 <sup>de</sup>	1.04 <sup>cd</sup>
11	11.52 <sup>fg</sup>	6.76 <sup>de</sup>	0.25 <sup>e</sup>	0.19 <sup>f</sup>	0.06 <sup>c</sup>	0.05 <sup>d</sup>	0.007 <sup>f</sup>	0.99 <sup>d</sup>
12	12.53 <sup>cd</sup>	7.23 <sup>c</sup>	0.33 <sup>cd</sup>	0.23 <sup>ed</sup>	0.10 <sup>a</sup>	0.08 <sup>a</sup>	0.014 <sup>a</sup>	1.01 <sup>d</sup>
13	13.22 <sup>b</sup>	7.41 <sup>c</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.29 <sup>b</sup>	0.08 <sup>b</sup>	0.07 <sup>b</sup>	0.010 <sup>cd</sup>	1.29 <sup>a</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer encontramos al árbol 1 con una media 8.37 mm; el segundo lo forman los árboles 5 y 6, con una media de 7.88 mm; en el tercer grupo están los árboles 13, 4, 10 y 12, con una media de 7.32 mm y en el cuarto bloque están los árboles 9, 11, 8, 3, 2 y 7 con una media de 6.56 mm. (Cuadro 13).

El peso de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cinco grupos, en el primer encontramos al árbol 1 con una media 0.45 g; el segundo lo integran los árboles 5, 13, 6 y 10 con una media de 0.36g; en el tercer grupo están los árboles 12 y 4 con una media de 0.32 g; en el cuarto grupo están los árboles 9, 11, 8, 7 y 3 con una media de 0.23 g y en el quinto bloque está el árbol 2 con una media de 0.17g. (Cuadro 13).

El peso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cinco grupos, en el primero encontramos a el árbol 1 con una media 0.35 g; el segundo lo integran los árboles 13, 5, 6 y 10 con una media de 0.27 g; el tercer grupo están los árboles 4 y 12 con una media de 0.22 g; el cuarto grupo están los árboles 11, 7, 8 y 9 con una media de 0.17g y en el quinto grupo se encuentran los árboles 3 y 2 con una media de 0.14 g (Cuadro 13).

El peso del megagametofito de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 12, 10, 6, 1 y 5 con una media 0.10 g; en el segundo

grupo encontramos a los árboles 13 y 8 con una media de 0.08 g; en el tercer grupo están los árboles 11, 3 y 4 con una media de 0.06 g y el cuarto bloque lo integran los árboles 7, 9 y 2 con una media de 0.04 g. (Cuadro 13).

El peso del endospermo de la semilla presenta diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 10, 6, 12, 5 y 1 con una media de 0.088 g; el segundo bloque lo integran los árboles 13 y 8 con una media de 0.066 g; el tercer grupo están los árboles 3, 11 y 4 con una media de 0.054 g y el cuarto grupo están los árboles 7, 9 y 2 con una media de 0.037 g (Cuadro 13).

El peso del embrión de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 12 y 1 con una media de 0.013 g; el segundo lo forman los árboles 6, 5, 13, 8 y 10 con una media de 0.010 g; el tercer bloque está integrado por los árboles 4, 11 y 3 con una media de 0.0074 g y en el cuarto grupo están los árboles 9, 7 y 2 con una media de 0.0049 g (Cuadro 13).

El grosor de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primero encontramos a los árboles 13 y 4 con una media de 1.24 mm; el segundo está constituido por los árboles 5, 1, 9 y 6 con una media de 1.11 mm; en el tercer grupo están los árboles 10, 12, 11 y 7 con una media de 1.00 mm. y en el cuarto grupo están los árboles 8, 3 y 2 con una media de 0.85 mm. (Cuadro 13).

#### 4.3.2.4. Pontadho.

La longitud de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 13, 7 y 9 con una media de 14.95 mm; el segundo bloque lo forman los árboles 6, 14 y 16 con una media de 14.19 mm; en el tercer bloque están el 10, 8, 11, 15 y 5 con una media de 13.11 mm y en el cuarto grupo están los árboles 1, 2 y 4 con una media de 12.54 mm. (Cuadro 14).

Cuadro 14 Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia Pontadho

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Peso testa	Peso mega gametofito (g)	Peso endospermo (g)	Peso embrión (g)	Grueso testa (mm)
1	12.68 <sup>ef</sup>	7.18 <sup>e</sup>	0.33 <sup>gh</sup>	0.24 <sup>e</sup>	0.078 <sup>e</sup>	0.067 <sup>d</sup>	0.010 <sup>b</sup>	0.97 <sup>e</sup>
2	12.61 <sup>ef</sup>	7.45 <sup>e</sup>	0.33 <sup>gh</sup>	0.25 <sup>e</sup>	0.094 <sup>cde</sup>	0.081 <sup>cd</sup>	0.013 <sup>b</sup>	1.07 <sup>bcde</sup>
4	12.33 <sup>f</sup>	7.12 <sup>e</sup>	0.30 <sup>h</sup>	0.22 <sup>e</sup>	0.077 <sup>e</sup>	0.067 <sup>d</sup>	0.009 <sup>b</sup>	1.02 <sup>de</sup>
5	12.91 <sup>de</sup>	8.13 <sup>cd</sup>	0.37 <sup>etg</sup>	0.30 <sup>d</sup>	0.086 <sup>de</sup>	0.076 <sup>cd</sup>	0.009 <sup>b</sup>	1.09 <sup>abcde</sup>
6	14.42 <sup>bc</sup>	8.42 <sup>bc</sup>	0.47 <sup>bc</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.092 <sup>cde</sup>	0.080 <sup>cd</sup>	0.011 <sup>b</sup>	1.23 <sup>a</sup>
7	14.82 <sup>ab</sup>	8.09 <sup>cd</sup>	0.34 <sup>fgh</sup>	0.34 <sup>bc</sup>				1.15 <sup>abcde</sup>
8	13.22 <sup>d</sup>	8.17 <sup>cd</sup>	0.31 <sup>h</sup>	0.30 <sup>d</sup>	0.085 <sup>de</sup>	0.075 <sup>cd</sup>	0.010 <sup>b</sup>	1.04 <sup>cde</sup>
9	14.82 <sup>ab</sup>	8.46 <sup>bc</sup>	0.38 <sup>ef</sup>	0.34 <sup>cb</sup>				1.21 <sup>ab</sup>
10	13.29 <sup>d</sup>	8.29 <sup>bcd</sup>	0.34 <sup>fgh</sup>	0.31 <sup>cd</sup>	0.152 <sup>a</sup>	0.129 <sup>a</sup>	0.023 <sup>a</sup>	1.12 <sup>abcde</sup>
11	13.08 <sup>de</sup>	8.60 <sup>a</sup>	0.42 <sup>de</sup>	0.33 <sup>cd</sup>	0.112 <sup>bcd</sup>	0.099 <sup>bc</sup>	0.013 <sup>b</sup>	1.18 <sup>abc</sup>
13	15.22 <sup>a</sup>	8.85 <sup>a</sup>	0.55 <sup>a</sup>	0.43 <sup>a</sup>	0.141 <sup>ab</sup>	0.121 <sup>ab</sup>	0.020 <sup>a</sup>	1.22 <sup>a</sup>
14	14.21 <sup>c</sup>	8.57 <sup>ab</sup>	0.51 <sup>ab</sup>	0.37 <sup>b</sup>	0.133 <sup>ab</sup>	0.118 <sup>ab</sup>	0.014 <sup>b</sup>	1.05 <sup>cde</sup>
15	13.05 <sup>de</sup>	7.96 <sup>d</sup>	0.40 <sup>de</sup>	0.30 <sup>d</sup>	0.113 <sup>bcd</sup>	0.108 <sup>ab</sup>	0.014 <sup>b</sup>	1.09 <sup>abcde</sup>
16	13.96 <sup>c</sup>	8.11 <sup>cd</sup>	0.43 <sup>cd</sup>	0.32 <sup>cd</sup>	0.121 <sup>abc</sup>	0.110 <sup>ab</sup>	0.014 <sup>b</sup>	1.09 <sup>abcde</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles

13, 11 y 14 con una media 8.67 mm; en el segundo grupo encontramos a los árboles 9, 6, 10, 8, 5, 16 y 7 con una media de 8.23 mm y en el tercer grupo están los árboles 15, 2, 1 y 4 con una media de 7.42 mm. (Cuadro 14).

El peso de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 13 y 14 con una media 0.53 g; en el segundo grupo encontramos a los árboles 6 y 16 con una media de 0.45 g; el tercer están los árboles 11, 15, 9 y 5 con una media de 0.39 g y en el cuarto grupo están los árboles 7, 10, 2, 1, 8 y 4 con una media de 0.32 g (Cuadro 14).

El peso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos al árbol 13 con una media 0.43 g; el segundo bloque encontramos a los árboles 14, 6, 9 y 7 con una media de 0.35 g; en el tercer grupo están los árboles 11, 16, 10, 15, 8 y 5 con una media de 0.31 g y en el cuarto están los árboles 2, 1 y 4 con una media de 0.24 g (Cuadro 14).

El peso del megagametofito de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 10, 13, 14 y 16 con una media 0.13 g; en el segundo grupo encontramos a los árboles 15, 11, 2, 6, 5 y 8 con una media de 0.96 g y en el tercer grupo están los árboles 1 y 4 con una media de 0.77 g (Cuadro 14).

El peso del endospermo de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman tres grupos, en el primero grupo encontramos a los árboles 10, 13, 14, 16 y 15 con una media de 0.116 g; el segundo bloque lo integran los árboles 11, 2, 6, 5 y 8 con una media de 0.082 g y en el tercer grupo están los árboles 1, 4, 9 y 7 con una media de 0.065 g (Cuadro 14).

El peso del embrión de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman dos grupos, el primero grupo encontramos a los árboles 10 y 13 con una media de 0.021 g y el segundo bloque lo integran los árboles 14, 15, 16, 11, 2, 6, 1, 8, 4 y 5 con una media de 0.011 g (Cuadro 14).

El grueso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman dos grupos, el primero grupo encontramos a los árboles 6, 13, 9, 11, 7, 10, 16, 5 y 15 con una media 1.15 mm y el segundo grupo lo integran los árboles 2, 14, 8, 4 y 1 con una media de 1.03 mm. (Cuadro 14).

#### 4.3.2.5. El Porvenir

La longitud de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, el primero lo integran los árboles 1, 5, 8, 4 y 11 con una media de 13.84 mm; el segundo grupo encontramos a los árboles 15, 13, 14, 6 y 2 con una media de 12.68 mm; en el tercer bloque están los árboles 10, 12 y 7 con una media de 11.31 mm y en el cuarto grupo está el árbol 9 con una media de 10.05 mm. (Cuadro 15).

Cuadro 15 Valores promedio de las Variables morfológicas de semillas analizadas para 14 árboles de la procedencia El Porvenir

Árbol	Longitud (mm)	Diámetro (mm)	Peso (g)	Peso testa	Peso mega gametofito (g)	Peso endospermo (g)	Peso embrión (g)	Grueso testa (mm)
1	14.18 <sup>a</sup>	7.37 <sup>cd</sup>	0.39 <sup>cd</sup>	0.16 <sup>g</sup>	0.100 <sup>bc</sup>	0.089 <sup>bc</sup>	0.010 <sup>bc</sup>	1.16 <sup>cd</sup>
2	12.4 <sup>d</sup>	7.23 <sup>d</sup>	0.36 <sup>def</sup>	0.25 <sup>d</sup>	0.104 <sup>bc</sup>	0.091 <sup>bc</sup>	0.013 <sup>a</sup>	1.05 <sup>de</sup>
4	13.66 <sup>ab</sup>	7.86 <sup>ab</sup>	0.47 <sup>ab</sup>	0.23 <sup>de</sup>	0.109 <sup>b</sup>	0.098 <sup>b</sup>	0.011 <sup>abc</sup>	1.42 <sup>a</sup>
5	14.16 <sup>a</sup>	8.02 <sup>a</sup>	0.51 <sup>a</sup>	0.29 <sup>c</sup>	0.131 <sup>a</sup>	0.119 <sup>a</sup>	0.011 <sup>abc</sup>	1.29 <sup>b</sup>
6	12.47 <sup>cd</sup>	7.10 <sup>de</sup>	0.32 <sup>f</sup>	0.25 <sup>d</sup>	0.111 <sup>b</sup>	0.098 <sup>b</sup>	0.012 <sup>ab</sup>	0.92 <sup>fg</sup>
7	11.01 <sup>ef</sup>	6.14 <sup>g</sup>	0.21 <sup>h</sup>	0.21 <sup>e</sup>	0.064 <sup>ed</sup>	0.058 <sup>de</sup>	0.006 <sup>f</sup>	0.77 <sup>h</sup>
8	13.71 <sup>ab</sup>	7.63 <sup>bc</sup>	0.43 <sup>bc</sup>	0.14 <sup>g</sup>	0.100 <sup>bc</sup>	0.090 <sup>bc</sup>	0.010 <sup>cd</sup>	1.32 <sup>ab</sup>
9	10.05 <sup>f</sup>	6.33 <sup>g</sup>	0.23 <sup>gh</sup>	0.22 <sup>de</sup>	0.057 <sup>e</sup>	0.050 <sup>e</sup>	0.007 <sup>ef</sup>	1.04 <sup>ef</sup>
10	11.65 <sup>e</sup>	6.79 <sup>ef</sup>	0.27 <sup>g</sup>	0.20 <sup>ef</sup>	0.065 <sup>de</sup>	0.059 <sup>de</sup>	0.006 <sup>f</sup>	1.05 <sup>de</sup>
11	13.51 <sup>ab</sup>	7.35 <sup>dc</sup>	0.36 <sup>def</sup>	0.36 <sup>ab</sup>	0.111 <sup>b</sup>	0.098 <sup>b</sup>	0.012 <sup>ab</sup>	1.04 <sup>de</sup>
12	11.27 <sup>e</sup>	6.17 <sup>f</sup>	0.24 <sup>gh</sup>	0.17 <sup>fg</sup>	0.073 <sup>d</sup>	0.064 <sup>d</sup>	0.008 <sup>de</sup>	0.91 <sup>g</sup>
13	12.59 <sup>cd</sup>	7.33 <sup>cd</sup>	0.33 <sup>ef</sup>	0.33 <sup>bc</sup>	0.102 <sup>bc</sup>	0.089 <sup>bc</sup>	0.012 <sup>ab</sup>	0.99 <sup>efg</sup>
14	12.57 <sup>cd</sup>	7.01 <sup>def</sup>	0.32 <sup>ef</sup>	0.29 <sup>c</sup>	0.094 <sup>c</sup>	0.083 <sup>c</sup>	0.010 <sup>c</sup>	0.99 <sup>efg</sup>
15	13.12 <sup>bc</sup>	7.87 <sup>ab</sup>	0.39 <sup>cde</sup>	0.38 <sup>a</sup>	0.094 <sup>c</sup>	0.082 <sup>c</sup>	0.011 <sup>abc</sup>	1.22 <sup>bc</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer grupo encontramos a los árboles 5, 15 y 4 con una media 7.91 mm; el segundo lo forman los árboles 8, 1,

11, 13 y 2 con una media de 7.37 mm; en el tercero grupo están los árboles 6, 14, 10 y 12 con una media de 6.80 mm y el cuarto lo integran los árboles 9 y 7 con una media de 6.22 mm. (Cuadro 15).

El peso de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primer encontramos a los árboles 5 y 4 con una media 0.49 g; el segundo lo forman los árboles 8, 1 y 15 con una media de 0.40 g; el tercero grupo están los árboles 11, 2, 13, 6 y 14 con una media de 0.24 g, en el cuarto grupo encontramos a los árboles 10, 12 y 9 con un valor promedio de 0.24 g y en el quinto grupo está el árbol 7 con una media de 0.21 g (Cuadro 15).

El peso testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primero encontramos a los árboles 15 y 11 con una media 0.37 g; el segundo lo integran los árboles 13, 14 y 5 con una media de 0.30 g el tercero grupo están los árboles 6, 2, 4, 9, 7 y 10 con una media de 0.22 g y en el cuarto están los árboles 12, 1 y 8 con una media de 0.15 g (Cuadro 15).

El peso del megagametofito de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primero encontramos al árbol 5 con una media 0.13 g; el segundo grupo lo forman los árboles 11, 6, 4, 2, 13, 8 y 1 con una media de 0.10 g; el tercero lo integran los árboles 14 y 15 con una media de 0.09 g en el cuarto grupo encontramos a los

árboles 12, 10 y 7 con una media de 0.06 y en el quinto grupo encontramos al árbol 9 con una media de 0.05 g (Cuadro 15).

El peso del endospermo de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primero encontramos al árbol 5 con una media de 0.11 g; el segundo lo integran los árboles 11, 4, 6, 2, 8, 13 y 1 con una media de 0.093 g; en el tercer grupo están los árboles 14, 15 y 12 con una media de 0.076 g y en el cuarto grupo están los árboles 10, 7 y 9 con una media de 0.055 g (Cuadro 15).

El peso del embrión de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cuatro grupos, en el primero encontramos a los árboles 2, 13, 6, 11, 5, 15 y 4 con una media de 0.011 g; el segundo lo forman los árboles 1 y 14 con una media de 0.010 g; en el tercer grupo se encuentran los árboles 8 y 12 con una media de 0.009 y el cuarto grupo lo integran los árboles 9, 10 y 7 con una media de 0.006 g (Cuadro 15).

El grueso de la testa de la semilla presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman cinco grupos, en el primero encontramos a los árboles 4, 8 y 5 con una media 1.34 mm; el segundo lo integran los árboles 15 y 1 con una media de 1.19 mm; el tercer grupo lo forman los árboles 10, 2, 11, 9, 14 y 13 con un valor de 1.03 mm; en el cuarto grupo encontramos a los árboles 6 y 12 con un promedio de 0.91 mm y en el quinto grupo encontramos al árbol 7 con una media de 0.77 mm (Cuadro 15).

### **4.3.3. Plántulas**

#### **4.3.3.1. La Mesa**

El número de cotiledones no presenta diferencias estadísticas significativas ( $p > 0.05$ ) entre árboles. La longitud de cotiledones presenta diferencias estadísticas significativas ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, los cuales forman tres grupos, el primero integrado por los árboles 4, 12, 13 y 14, con un valor medio de 3.31 mm, el segundo lo integran los árboles 5, 6, 9 y 11 con una media de 3.03 mm y el tercero formado por los árboles 3, 7, 8 y 15, con un promedio de 2.49 mm (Cuadro 16).

El diámetro del hipocotilo presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, el primero formado por los árboles 12, 6, con un valor medio de 1.46mm. el segundo lo integran los árboles 3, 4, 15, 9, 13, 5, 8, 7 y 11 con una media de 1.30 mm y el tercero que incluye sólo al árbol 14 con un promedio de 1.18 mm (Cuadro 16).

La longitud del hipocotilo presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles, los cuales se agruparon en tres bloques, el primer grupo sólo lo forma el árbol 14 con una media de 3.60mm; el segundo integrado por los árboles 12, 15, 13, 7, 4, 9, 11 Y 3 con un promedio de 2.37 mm y el tercero incluye los árboles 6, 8 y 5 con un valor de 2.06mm (Cuadro 16).

Cuadro 16. Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 12 árboles de La Mesa.

Árbol	Número de cotiledones	Longitud de cotiledones (mm)	Diámetro del hipocotilo (mm)	Longitud del hipocotilo (mm)
3	10.00 <sup>a</sup>	2.43 <sup>cd</sup>	1.41 <sup>ab</sup>	2.27 <sup>bc</sup>
4	10.36 <sup>a</sup>	3.22 <sup>ab</sup>	1.38 <sup>ab</sup>	2.30 <sup>bc</sup>
5	10.65 <sup>a</sup>	3.09 <sup>ab</sup>	1.27 <sup>ab</sup>	2.00 <sup>c</sup>
6	10.83 <sup>a</sup>	2.95 <sup>abc</sup>	1.45 <sup>a</sup>	2.07 <sup>c</sup>
7	10.41 <sup>a</sup>	2.59 <sup>bcd</sup>	1.25 <sup>ab</sup>	2.31 <sup>bc</sup>
8	10.19 <sup>a</sup>	2.28 <sup>d</sup>	1.27 <sup>ab</sup>	2.12 <sup>c</sup>
9	10.27 <sup>a</sup>	3.15 <sup>ab</sup>	1.29 <sup>ab</sup>	2.29 <sup>bc</sup>
11	10.00 <sup>a</sup>	2.92 <sup>bc</sup>	1.24 <sup>ab</sup>	2.28 <sup>bc</sup>
12	10.45 <sup>a</sup>	3.48 <sup>a</sup>	1.48 <sup>a</sup>	2.69 <sup>b</sup>
13	10.14 <sup>a</sup>	3.36 <sup>a</sup>	1.28 <sup>ab</sup>	2.41 <sup>bc</sup>
14	11.00 <sup>a</sup>	3.20 <sup>ab</sup>	1.18 <sup>b</sup>	3.60 <sup>a</sup>
15	10.00 <sup>a</sup>	2.68 <sup>bcd</sup>	1.31 <sup>ab</sup>	2.48 <sup>bc</sup>

Valores con la misma letra en la misma columna no son significativamente diferentes a  $P < 0.0001$   
 Valores con diferente letra en la misma columna son significativamente diferentes  $p < 0.0001$

#### 4.3.3.2. San Miguel Tlazintla

El número de cotiledones no presenta diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre árboles. La variable longitud de cotiledones presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se integraron en tres grupos, el primero incluye a los árboles 1, 14, 6, 4, 15, 12 y 5 con una media de 3.04 mm; el segundo grupo integra únicamente al árbol 8 con un promedio de 2.57mm y en el tercer grupo encontramos a los árboles 11, 3, 7, 9 y 13 con un valor promedio de 2.26 mm (Cuadro 17).

Cuadro 17. Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 13 árboles de San Miguel Tlazintla.

Árbol	Número de cotiledones	Longitud de cotiledones (mm)	Diámetro del hipocotilo (mm)	Longitud del hipocotilo (mm)
1	10.77 <sup>a</sup>	3.38 <sup>a</sup>	1.32 <sup>abc</sup>	2.60 <sup>ab</sup>
3	10.00 <sup>a</sup>	2.49 <sup>bcd</sup>	0.96 <sup>c</sup>	1.51 <sup>c</sup>
4	10.85 <sup>a</sup>	3.03 <sup>abc</sup>	1.07 <sup>bc</sup>	2.58 <sup>ab</sup>
5	10.63 <sup>a</sup>	2.78 <sup>abc</sup>	1.37 <sup>ab</sup>	1.95 <sup>bc</sup>
6	10.71 <sup>a</sup>	3.09 <sup>ab</sup>	1.05 <sup>bc</sup>	1.90 <sup>bc</sup>
7	10.50 <sup>a</sup>	2.25 <sup>cd</sup>	1.20 <sup>abc</sup>	2.40 <sup>ab</sup>
8	10.91 <sup>a</sup>	2.57 <sup>cd</sup>	1.16 <sup>bc</sup>	1.89 <sup>bc</sup>
9	10.50 <sup>a</sup>	2.25 <sup>cd</sup>	1.20 <sup>abc</sup>	2.40 <sup>ab</sup>
11	9.25 <sup>a</sup>	2.53 <sup>bcd</sup>	1.22 <sup>abc</sup>	1.45 <sup>c</sup>
12	10.25 <sup>a</sup>	2.78 <sup>abc</sup>	1.27 <sup>bc</sup>	1.90 <sup>bc</sup>
13	10.00 <sup>a</sup>	1.80 <sup>d</sup>	1.23 <sup>abc</sup>	2.70 <sup>a</sup>
14	11.17 <sup>a</sup>	3.35 <sup>a</sup>	1.49 <sup>a</sup>	2.11 <sup>abc</sup>
15	10.13 <sup>a</sup>	2.91 <sup>abc</sup>	1.03 <sup>bc</sup>	1.84 <sup>bc</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro del hipocotilo presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron dos grupos, en el primer están los árboles 14, 5, 1, 12, 13, 11, 7, 9 y 8 con una media de 1.27 mm y el segundo grupo incluye a los árboles 4, 6, 15 y 3 con un promedio de 1.02 mm (Cuadro 17).

La variable longitud del hipocotilo presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron dos grupos, el primer grupo integra a los árboles 13, 1, 4, 7, 9 y 14 con una media de 2.46 mm y el segundo grupo incluye a los árboles 5, 6, 12, 8, 15, 3, y 11 con un promedio de 1.77 mm.

#### 4.3.3.3. El Arenalito

El número de cotiledones no presentó diferencia estadística significativa ( $p > .05$ ) entre árboles. La longitud de cotiledones presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cuatro grupos, el primer grupo sólo contiene al árbol 10 con una media de 3.33 mm; el segundo grupo incluye a los árboles 6, 12 y 5 con un promedio de 2.82 mm; el tercer grupo integra únicamente al árbol 8 con un valor de 2.66 mm y el cuarto grupo lo forman los árboles 3 y 11 con un valor promedio de 2.37 mm (Cuadro 18).

Cuadro 18. Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 7 árboles de El Arenalito.

Árbol	Numero de cotiledones	Longitud de cotiledones (mm)	Diámetro del hipocotilo(mm)
3	9.94 <sup>a</sup>	2.42 <sup>b</sup>	1.58 <sup>c</sup>
5	10.66 <sup>a</sup>	2.73 <sup>bc</sup>	1.66 <sup>bc</sup>
6	10.14 <sup>a</sup>	2.90 <sup>b</sup>	1.78 <sup>a</sup>
8	10.28 <sup>a</sup>	2.66 <sup>c</sup>	1.63 <sup>bc</sup>
10	9.94 <sup>a</sup>	3.33 <sup>a</sup>	1.59 <sup>c</sup>
11	10.08 <sup>a</sup>	2.32 <sup>d</sup>	1.63 <sup>bc</sup>
12	10.44 <sup>a</sup>	2.87 <sup>bc</sup>	1.69 <sup>b</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro del hipocotilo presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, en el primer grupo está el árbol 6 con una media de 1.78 mm; en el segundo grupo están los árboles 12, 5, 8 y 11 con una media de 1.65 mm y el tercer grupo lo incluye al árbol 10 y 3 con un valor de 1.59 mm (Cuadro 18).

#### 4.3.3.4. Pontadho

El número de cotiledones presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, el primero integrado por el árbol 1 con una media de 11.00 cotiledones por planta; el segundo incluye a los árboles 4 y 5 con un promedio de 10.60 cotiledones y en el tercero están los árboles 11, 14 y 16 con un valor de 9.65 cotiledones. La longitud de cotiledones presenta diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se forman dos grupos, el primer grupo incluye a los árboles 14 y 16 con una media de 3.56 mm y el segundo grupo integra a los árboles 5, 4, 1 y 11 con un promedio de 2.78 mm (Cuadro 19).

Cuadro 19. Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 6 árboles de Pontadho.

Árbol	Número de cotiledones	Longitud de cotiledones (mm)	Diámetro del hipocotilo (mm)	Longitud del hipocotilo (mm)
1	11.00 <sup>a</sup>	2.77 <sup>b</sup>	1.49 <sup>a</sup>	2.18 <sup>b</sup>
4	10.71 <sup>b</sup>	2.79 <sup>b</sup>	1.32 <sup>a</sup>	1.94 <sup>b</sup>
5	10.50 <sup>b</sup>	2.84 <sup>b</sup>	1.49 <sup>a</sup>	1.87 <sup>b</sup>
11	9.75 <sup>b</sup>	2.75 <sup>b</sup>	1.26 <sup>a</sup>	2.33 <sup>b</sup>
14	9.75 <sup>b</sup>	3.73 <sup>a</sup>	1.60 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>
16	9.47 <sup>b</sup>	3.40 <sup>ab</sup>	1.62 <sup>a</sup>	3.00 <sup>a</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro del hipocotilo no presenta diferencia estadística significativa ( $p > 0.05$ ) entre árboles. La longitud del hipocotilo presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron dos grupos, el primero integra a los árboles 14 y 16 con una media de 3.00 mm y el segundo grupo incluye a los árboles 11, 1, 4 y 5 con un promedio de 2.08 mm (Cuadro 19).

#### 4.3.3.5. El Porvenir

El número de cotiledones presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron dos grupos, el primer grupo incluye a los árboles 11, 1, 8, 14, 5, 4, 2, 7 y 15 con una media de 10.59 cotiledones por planta y en el grupo dos están los árboles 12, 3 y 9 con un promedio de 9.64 cotiledones por planta (Cuadro 20).

La longitud de cotiledones presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron tres grupos, el primer grupo tiene a los árboles 4, 1, 11, 5 y 14 con una media de 3.29 mm; el segundo grupo incluye a los árboles 15, 8 y 2 con un promedio de 2.99 mm y el tercer grupo contiene a los árboles 12, 7, 3 y 9 con un valor de 2.56 mm (Cuadro 20).

Cuadro 20 Valores promedio de las variables morfológicas de las plántulas de 12 árboles de El Porvenir.

Árbol	Número de cotiledones	Longitud de cotiledones (mm)	Diámetro del hipocotilo (mm)
1	10.85 <sup>a</sup>	3.33 <sup>ab</sup>	1.68 <sup>defg</sup>
2	10.40 <sup>abc</sup>	2.94 <sup>d</sup>	1.85 <sup>bcd</sup>
3	9.60 <sup>cd</sup>	2.58 <sup>ef</sup>	1.78 <sup>bcde</sup>
4	10.47 <sup>ab</sup>	3.37 <sup>a</sup>	1.79 <sup>bcde</sup>
5	10.52 <sup>ab</sup>	3.25 <sup>ab</sup>	1.68 <sup>efg</sup>
7	10.30 <sup>abc</sup>	2.63 <sup>e</sup>	1.56 <sup>g</sup>
8	10.82 <sup>a</sup>	2.98 <sup>cd</sup>	1.74 <sup>cdef</sup>
9	9.49 <sup>d</sup>	2.37 <sup>f</sup>	1.62 <sup>efg</sup>
11	10.88 <sup>a</sup>	3.30 <sup>ab</sup>	2.03 <sup>a</sup>
12	9.85 <sup>bcd</sup>	2.66 <sup>e</sup>	1.79 <sup>bcde</sup>
14	10.54 <sup>ab</sup>	3.23 <sup>abc</sup>	1.86 <sup>bc</sup>
15	10.26 <sup>abcd</sup>	3.07 <sup>abc</sup>	1.90 <sup>b</sup>

Valores con diferente letra son significativamente diferentes  $p < 0.05$

El diámetro del hipocotilo presentó diferencia estadística significativa ( $p < 0.0001$ ) entre árboles. Se formaron cuatro grupos, el primer grupo sólo incluye al árbol 11 con una media de 2.03 mm; el segundo grupo contiene a los árboles 15, 14, 2, 4, 12 y 3 con un promedio de 1.82 mm; el tercero integra a los árboles 8, 1, 5 y 9 con un valor de 1.68 mm y en el cuarto grupo únicamente está el árbol 7 con una media de 1.56 mm (Cuadro 20).

## 5. CONCLUSIONES

Existe variación entre procedencias y árboles dentro de procedencias para las variables de conos, semillas y plántulas en *P. cembroides*.

Los mayores valores para las variables morfológicas de longitud, diámetro, peso verde y biomasa de los conos se encuentran en la procedencia de La Mesa. Los promedios más altos para el número de escamas por cono y escamas fértiles por cono pertenecen a la procedencia de San Miguel y el número de semillas por cono fue mayor en El Porvenir.

La procedencia de La Mesa obtuvo los mayores valores medios para las variables morfológicas de longitud, diámetro, peso, peso de la testa, peso del embrión y grueso de la testa de las semillas. El mayor peso del megagametofito fue para la procedencia de Pontadho.

No existe diferencia estadística significativa entre procedencias para las variables morfológicas de plántulas de número de cotiledones, longitud de cotiledones y longitud del hipocotilo. Sólo el diámetro del hipocotilo evidenció diferencia estadística significativa entre procedencias, obteniendo los mayores valores la procedencia de El Porvenir.

De la variación presentada por los conos, el 21.88% es debido a la procedencia y el 35.52% para el árbol dentro de la procedencia. Respecto de la variación en las semillas, el 20.63% se debe a la procedencia y el 42.17% a el árbol dentro de la procedencia. Para las variables de plántulas, la procedencia aporta el 13.77% de la variación, mientras que el árbol dentro de la procedencia es responsable del 21.07%.

Los árboles dentro de las procedencias presentan diferencias altamente significativas en las variables de conos, semillas y plántulas.

## **6. DISCUSIONES**

La relación existente entre las características morfológicas de las semillas, se observó que estuvieron relacionadas entre sí, presentando el peso y grosor de la semilla un coeficiente de correlación más alto ( $r = .84$ ) el ancho con el grosor ( $r = .74$ ), el ancho con el peso ( $r = .71$ ) el largo con el peso ( $r = .59$ ). Respecto a la asociación que guarda la longitud de cotiledones con las características morfológicas de las semillas siendo en mayor grado con el peso de las semillas ( $r = .79$ ), grosor ( $r = .72$ ) y ancho ( $r = .59$ ) y en menor con el largo de las semillas ( $r = .46$ ) y número de cotiledones ( $r = .34$ ), (Cervantes 1986).

Realizo un análisis de correlación del peso de semilla con el peso de cono seco y la precipitación media anual utilizando las medias por sitio. No se encontró una correlación significativa para los dos casos. (Moreno 1985).

la longitud del hipocotilo presento una asociación baja con el numero de cotiledones ( $r= 0.23$ ) y longitud de cotiledones ( $r= 0.25$ )y una correlación media con altura ( $r= 0.41$ ), ( Quiroz et.al. 2002).

La longitud del cono se encuentra correlacionada positivamente; siendo las variables mas altas el peso seco del cono, ( $r= 0.72$ ); el grueso y ancho del cono tienen una correlación alta con peso seco de cono ( $r= 0.76$ ) y ( $r= 0.78$ )respectivamente, el peso seco del cono tiene una correlación positiva con diámetro de cono ( $r= 0.78$ ) y correlación negativa con numero de semillas abortivas. La longitud de semilla se correlaciona positivamente con 15 variables, pero con valores relativamente bajos, mientras que el ancho de la semilla se correlaciona positivamente con 13 variables, con valores igualmente bajos. Esto puede deberse a que esta característica depende mas del ambiente que de relaciones con las demás variables.

El peso de 10 semillas observa correlación alta con diámetro de cono, longitud de semilla, y peso seco de cono. Es lógica la correlación con con longitud de la semilla, lo de mas indica que a mayor diámetro de cono se tienen semillas mas grandes y mas pesadas. (Cornejo 1992).

## 7. LITERATURA CITADA

- Alba, J., V. Rebolledo y A. Aparicio. 1998. Variación morfométrica en conos y semillas de *Pinus patula* Schlect. et Cham. de Huayacocotla, Veracruz, México. *Revista Foresta Veracruzana* 1:(1):37-42.
- Bermejo Velásquez, B. 1986. Variación natural de caracteres de acículas, conos, semillas, plántulas y madera en seis poblaciones de *Pinus pseudostrobus* Lindl. de la región central de México. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 108 p.
- Callaham, R. Z. 1964. Investigación de procedencias: estudio de la diversidad genética asociada a la geografía. *Unasyuva* 18 (73) 40- 48.
- Cantero Barrios, R. 1996. Germinación y crecimiento inicial de *Pinus Cembroides* subs. *Orizabensis* Bailey. Tesis de licenciatura. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 69 p.
- Cervantes Sánchez, M. A. 1986. Variación morfológica en semillas y efecto de la temperatura en la germinación y crecimiento de plántulas de 53 familias de 6 procedencias de *Pinus tecunumanii* Eguluz et Perry. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 124 p.
- Critchfield, W. B. y E. L. LITTLE. 1966. Geographic distribution of the pines of the world. U. S. Department of Agriculture. Miscellaneous Publication 991. Washington, D. C. 97 p.
- Cornejo Meza. G. 1992. variación morfológica de conos y semillas en once poblaciones natural de *Pinus geggii* Engelm. Tesis profesional. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 71p.
- Eguluz P., T (Ed. y Comp.). 1985. Descripción botánica de los pinos mexicanos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 45p.
- Eguluz Piedra, T. 1987. Evolución de los pinos piñoneros mexicanos. *In* II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. 6-8 de agosto de 1987. Passini M. F., D. Cibrián T. y T. Eguluz P. (Comps.). Centre d'Études Mexicaines et Centraméricaines. México, D. F. Pp. 83-89.
- Eguluz Piedra, T., A. Niembro R. y P. M. Pérez R. 1985. Estudio morfológico de las semillas de siete especies de piñoneros mexicanos. *In* Memorias del Primer Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. Flores L., J. E.; C. M. Cantú A. y J. S. Marroquín de la Fuente. (Eds). UANL- Linares, México. Pp. 53-68.

- Elias, Thomas S. 1980. The complete trees of North America: field guide and natural history. New York: Times Mirror Magazines, Inc. 948 p.
- Farjon, A. y B. Styles. 1997 Flora Pinus (pinaceae). Neotropical Monograph 75 Organization for Flora Neotropical. The New York Botanical Garden New York. 291 P.
- Flores Flores, J. D. y D. E. Díaz E. 1991. Evaluación de la mortalidad de conos y semillas en diferentes especies de piñoneros, localizados cerca de Saltillo, Coahuila. En Memoria del IV simposio nacional sobre pinos piñoneros. J. Flores L., J. D. Flores F., G. Sánchez R. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Noviembre 1991. Pp105–110.
- Flores Lara, J. y F. Caldera H. 1985. Características de los conos de algunos piñoneros en relación al ataque de insectos. In Memorias del Primer pero Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. Flores L., J. E.; C. M. Cantú A. y J. S. Marroquín de la Fuente. (Eds). UANL- Linares, México. 223 233 Pp.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática Köppen. México,
- García, M. A. y M. A. Capó A. 1989. Variación morfológica y fisiológica entre especies y procedencias de los pinos piñoneros *Pinus cembroides* Zucc., *Pinus maximartinezii* Rzedowski y de *Pinus ayacahuite* Erhen. en semillas y plántulas durante el primer año de crecimiento. En memorias del III Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Octubre de 1989. Flores F. J. D., J. Flores L., E. García M. y R. H. Lira S. (Comps.). Saltillo, México. Pp. 32-47.
- Galindo F., J. A. 1987. Variación en características morfológicas de *Pinus ocarpa* Var ochoteranae de chiapas. Tesis profesional División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México 57p.
- Howard, Volney W., Jr. 1988. Importance of pinyon-juniper woodlands to wildlife. In: Fisher, James T.; Mexal, John G.; Pieper, Rex D., tech. coords. Pinyon-juniper woodlands of New Mexico: a biological and economic appraisal. Special Report 73. Las Cruces, NM: New Mexico State University, College of Agriculture and Home Economics, Agricultural Experiment Station: 45-47.
- Huber, Dean W. 1992. Utilization of hardwoods, fuelwood, and special forest products in California, Arizona, and New Mexico. In: Ffolliott, Peter F.; Gottfried, Gerald J.; Bennett, Duane A.; [and others], technical coordinators. Ecology and management of oak and associated woodlands: perspectives in the sw United States & n Mexico: Proceedings; 1992 April 27-30; Sierra Vista, AZ. Gen. Tech. Rep. RM-218. Fort Collins, CO: U.S. Department of

Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 103-108.

INEGI. 1981. Atlas Nacional del Medio Físico. Aguascalientes, Aguascalientes, México. 224 p.

Jasso M. , J. 1990 Genetic variation of provenances and differently treated stands of *Pinus montezumae* in Mexico. Ph. D. Dissertation. Yale University, New Haven, Connecticut. 318 p.

0.

Lanner, R. M. 1981. The piñon pinea natural and cultural history Universidad of Nevada .Reno Nevada 208p.

Little, E. Jr. (1987). Los pinos piñoneros de los Estados Unidos: su pasado y su futuro. En II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. 6-8 de agosto de 1987. Passini MF, Cibrián Tovar D, Eguiluz Piedra T. (Coms). Centre d'Etudes Mexicaines et Centraméricaines. México. pp. 21-27.

López B., V. H. 1996. Estudio sinecológico de los bosques piñoneros del Valle del Mezquital, Hidalgo. Tesis profesional. Universidad Autónoma de México. México. 75 p.

Malagon L. , M. 1990. Estudio de variación morfológica y de la germinación en cuatro procedencias de *Pinus greggii* Engelm. Tesis profesional. ENEP. UNAM: México 105p.

Martínez, M. 1992. Los pinos mexicanos. Editorial Botas. México. 361 p.

Miranda, f. y Hernández, x E.: Los tipos de vegetación de México y su clasificación. Sociedad Botánica de México - Colegio de Postgraduados. Vol. 28. Chapingo, México. 1963.

Niembro R. , A. y A. B. Moro G. 1985. Variación morfológica en semillas de *Pinus ayacahuite* Ehr. de tres procedencias en el estado de Veracruz. División de Ciencias Forestales. Boletín técnico no. 24 serie técnica Universidad Autónoma Chapingo. México Chapingo México. 25p.

Moreno G., S. 1985. Variación en características de conos y semillas en *Pinus leiophylla* Schl. et Cham. de 11 procedencias naturales del centro del país. Tesis profesional. Facultad de Agricultura. Universidad de Guadalajara. Guadalajara, México. 59 p.

Nepamuceno M., F.; P. De la Garza de L. y R. Reyes C. 1987. Caracterización radiográfica en la morfología y germinación de *Pinus cembroides* Zucc. y *Pinus johannis* M. F. Robert. In II Simposio Nacional sobre Pinos Piñoneros. Agosto de 1987. Passini M. F., D. Cibrián T. y T. Eguiluz P. (Comps.). Chapingo, México. Pp. 233-240.

- Perry, J. P., Jr. 1991. The pines of Mexico and Central America. Portland, OR: Timber Press. 231 p.
- Plancarte B. , A. 1990. variación en la longitud de conos y peso de semilla en *Pinus greggii* Engelm. De tres procedencias de Hidalgo y Querétaro. Nota técnica No. 4. centro de genética forestal, Chapingo, México 4p.
- Passinil, M. F. 1985. Algunas consideraciones a cerca de los pinos piñoneros en México. In Memorias del Primer Simposium Nacional sobre Pinos Piñoneros. Flores L., J. E.; C. M. Cantú A. y J. S. Marroquín de la Fuente. (Eds). UANL- Linares, México. Pp. 234 238.
- Pearson, G. A. 1920 Factors controlling the distribution of forest types, part I Ecology 139 - 159
- Quiroz V. R. I., Bermejo V., Ramírez M., Granados S. 2002. Ensayo de progenie en *Pinus radiata* var. *cedrosensis* Howell (axelrood)de isla cedros. Revista forestal hidalgense vol. 1, num.1, 13 – 20 p.
- Rebolledo V., A. 1982. Estudio preliminar sobre la ecología de los piñoneros en el Altiplano Potosino–Zacatecano. Tesis de Maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Estado de México. 123 p.
- Rezedowski, J1978 la vegetación de México. Limusa, México D.F.462p.9
- Vidackoic, M. 1991. Conifers morphology and variation. Traducido del Croata por Maja Soljan 2 ed. Graficki Zavoo Hrvatske, Croacia 417 – 478 p.
- Zobel, B. y J Talbert. 1994. Técnicas de mejoramiento de árboles forestales. Versión en Español por Manuel Guzmán O. LIMUSA. México. 545 p.