



# UNIVERSIDAD DE CIENCIAS Y ARTES DE CHIAPAS

FACULTAD DE INGENIERÍA  
P.E. Ingeniería Ambiental

## TESIS

Análisis de producción de semilla "*Pinus Tecunumanii*"  
para los programas de reforestación en la unidad  
productora de germoplasma forestal Ejido Coapilla,  
Municipio de Coapilla, Chiapas

Que para obtener el título de:

**INGENIERO AMBIENTAL**

PRESENTA:

**OSVALDO MISAEL JIMÉNEZ VILLANUEVA**

**FRANCISCO DUVÁN AGUILAR VILLANUEVA**

Director:

**Dr. JOSÉ MANUEL GÓMEZ RAMOS**

Asesores:

**Dr. JUAN ANTONIO VILLANUEVA HERNÁNDEZ**

**Dr. RUBÉN ALEJANDRO VÁZQUEZ SÁNCHEZ**

Tuxtla Gutiérrez, Chiapas. Marzo 2020



## Dedicatoria

### CON AMOR Y CARIÑO A MIS PADRES

A quienes gracias a Dios me dieron la vida y sobre todo por el gran esfuerzo que realizaron para que sea alguien en la vida, porque han sabido comprenderme y apoyarme en todo momento y la razón más importante porque los quiero y amo con todas las fuerzas de mi alma.

### A MI QUERIDA HERMANA

Por los momentos alegres que hemos vivido y su apoyo incondicional, así como sus palabras de aliento para salir adelante, que siempre permanezcamos unidos en las buenas y en las malas, te quiero mucho.

### A MIS ABUELOS

Por todos sus consejos y recomendaciones brindados, gracias por estar pendiente de mí.

### A MI FAMILIA

Tíos, Tías y Primos gracias por el apoyo moral, la muestra de amistad, cariño y respeto. Sobre todo, a aquellas personas que también contribuyeron en la formación de mi persona y carrera al inculcarme las cosas de dios, los buenos valores y el amor al prójimo.

## Agradecimiento

A Dios por darme la oportunidad de existir, además de guiar y dirigir mi camino para ser alguien en la vida y hoy cumplir una meta de mi vida.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), por ofrecerme la gran oportunidad de formarme dentro de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Al Dr. José Manuel Gómez Ramos, por su disposición en la participación y revisión de esta tesis y sugerencias del mismo.

Al Biol. Marcos David Reynoso Santos, por brindarnos el tema de este trabajo que estamos realizando y la asesoría que nos brindó.

A mis Amigos, que pasamos momentos buenos, gracias por su amistad, y su apoyo incondicional durante la carrera.

De Osvaldo Misael Jiménez Villanueva

## Dedicatoria

### CON AMOR Y CARIÑO A MIS PADRES

A quienes gracias a Dios me dieron la vida y sobre todo por el gran esfuerzo que realizaron para que sea alguien en la vida, porque han sabido comprenderme y apoyarme en todo momento y la razón más importante porque los quiero y amo con todas las fuerzas de mi alma.

### A MIS QUERIDAS HERMANITAS

Por los momentos alegres que hemos vivido y su apoyo incondicional, así como sus palabras de aliento para salir adelante, que siempre permanezcamos unidos en las buenas y en las malas, las quiero mucho.

### A MIS ABUELOS

Por todos sus consejos y recomendaciones brindados, gracias por estar pendiente de mí.

### A MI FAMILIA

Tíos, Tías y Primos gracias por el apoyo moral, la muestra de amistad, cariño y respeto. Sobre todo, a aquellas personas que también contribuyeron en la formación de mi persona y carrera al inculcarme las cosas de dios, los buenos valores y el amor al prójimo.

## Agradecimiento

A Dios por darme la oportunidad de existir, además de guiar y dirigir mi camino para ser alguien en la vida y hoy cumplir una meta de mi vida.

A la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas (UNICACH), por ofrecerme la gran oportunidad de formarme dentro de la carrera de Ingeniería Ambiental.

Al Dr. José Manuel Gómez Ramos, por su disposición en la participación y revisión de esta tesis y sugerencias del mismo.

Al Biol. Marcos David Reynoso Santos, por brindarnos el tema de este trabajo que estamos realizando y la asesoría que nos brindó.

A mis Amigos, que pasamos momentos buenos, gracias por su amistad, y su apoyo incondicional durante la carrera.

De Francisco Duván Aguilar Villanueva

## RESUMEN

El presente trabajo está enfocado a la producción de semillas de la especie *Pinus tecunumanii*, el cual se localiza en Coapilla, Chiapas, una de las unidades productoras de germoplasma forestal (UPGF) del estado, lo más importante de esta especie es su uso potencial en los programas de reforestación.

El objetivo central de este trabajo fue analizar la producción de semilla *Pinus tecunumanii* mediante la selección de árboles con características fenotípicas en la UPGF Coapilla, Chiapas. Donde se realizó la selección de árboles semilleros para la recolección de fruto, se determinó longitud y diámetro de los conos seleccionados y posteriormente se calculó la producción de semilla de los árboles forestales seleccionados.

El análisis que se obtuvo en la unidad productora de germoplasma, podría ser de gran utilidad en estudios de manejo genético que se implementen en el futuro para esta determinada especie o rodales semilleros con diferentes árboles forestales, así mismo el potencial semillero y la viabilidad de la semilla representan una alternativa para obtener plantas de buena calidad y plantarse en lugares apropiadamente ecológicos para su mejor desarrollo, logrando un mejor control del germoplasma, porcentajes altos de sobrevivencia en las reforestaciones y un incremento en la productividad de las plantaciones forestales para los programas de reforestación del estado de Chiapas.

Palabras claves: Producción, Germoplasma, Reforestación, Fenotípicas, Rodales, Conos, *Pinus tecunumanii*.

## CONTENIDO

<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
<b>2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	4
<b>3. JUSTIFICACIÓN</b>	5
<b>4. ANTECEDENTES</b>	6
4.1. Fuentes Semilleras	6
4.2. Fuentes semilleras como mecanismo de conservación in situ	6
4.3. Importancia de las fuentes semilleras en la conservación de los recursos genéticos forestales	7
4.4. Mejoramiento genético forestal	7
4.5. La apariencia fenotípica	9
4.6. Métodos de selección para el establecimiento de árboles semilleros	9
4.7. Importancia de la producción de semilla	10
4.8. Análisis de conos de Pinus	10
4.9. Potencial de producción de semilla (PPS) de Pinus	12
4.10. Potencial de producción de semilla (PPS) de especies latifoliadas	15
4.11. Descripción de la especie de estudio	16
<b>5. REFERENTES TEÓRICOS</b>	18
5.1. Unidad productora de germoplasma forestal (UPGF)	18
5.2. Potencial de producción de semilla (PPS)	19
5.3. Selección fenotípica	19
5.4. Área semillera	19
5.5. Rodal semillero	19
5.6. Huerto semillero	19
<b>6. OBJETIVOS</b>	20
Objetivo general:	20
Objetivos específicos:	20
<b>7. HIPÓTESIS</b>	20
<b>8. MATERIALES Y MÉTODOS</b>	21
8.1. Ubicación de área de estudio	21
8.2. NMX-AA-169-SCFI-2016 criterios para evaluar la preselección de árboles	22
8.2.1. Selección de los árboles semilleros	24
8.3. Materiales para la colecta de germoplasma	25
8.3.1. Análisis de cono	26

8.4.	Producción de semilla.....	28
<b>9.</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	<b>29</b>
9.1.	Selección de Árboles .....	29
9.2.	Medición de longitud y diámetro de conos .....	38
9.3.	Análisis de producción de semilla en la UPGF Ejido Coapilla .....	43
<b>10.</b>	<b>DISCUSIÓN</b> .....	<b>47</b>
<b>11.</b>	<b>CONCLUSIONES</b> .....	<b>49</b>
<b>12.</b>	<b>REFERENCIAS</b> .....	<b>50</b>
<b>13.</b>	<b>ANEXO</b> .....	<b>55</b>

## Índice de figuras

Figura 1: Ciclo de producción de semillas típico del género Pinus. ....	18
Figura 2: Localización de la UPGF Ejido Coapilla, Coapilla, Chiapas. ....	21
Figura 3: Esquema de los diferentes tipos o clases de individuos a clasificar con fines económicos en los predios forestales. ....	23
Figura 4: Ejemplo de un sitio de muestreo con la aplicación de la NMX 169. ....	24
Figura 5: Medición de Longitud de Conos. ....	27
Figura 6: Medición de Diámetro de Conos. ....	27
Figura 7: Peso de Semillas por Fruto. ....	28
Figura 8: Ubicación de los árboles seleccionados en la UPGF Ejido Coapilla, Coapilla, Chiapas. ....	29

## Índice de anexos

<i>Anexo 1: Selección de los árboles con sus características sobresalientes y posteriormente anotarlos en la bitácora. ....</i>	<i>55</i>
<i>Anexo 2: Oficinas de aprovechamiento forestal sustentable del Ejido Coapilla. ....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 3: Escalado de árbol seleccionado para la colecta de conos. ....</i>	<i>56</i>
<i>Anexo 4: Recolección de conos después de ser cortados en la UPGF. ....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 5: Secado de los conos colectados. ....</i>	<i>57</i>
<i>Anexo 6: Medición de diámetro de conos. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 7: Medición de longitud de conos. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 8: Medición de conos para ver los conos grande, medianos y pequeños. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 9: Muestra representativa para medición de longitud y diámetro de conos. ....</i>	<i>58</i>
<i>Anexo 10: Extrayendo el germoplasma de los conos de cada árbol. ....</i>	<i>59</i>
<i>Anexo 11: Cosecha de un árbol. ....</i>	<i>59</i>
<i>Anexo 12: Pesando 5 repeticiones de 100 semillas. ....</i>	<i>59</i>
<i>Anexo 13: Pesando las semillas obtenidas de la UPGF Ejido Coapilla. ....</i>	<i>60</i>

## Índice de Tablas

Tabla 1: Parámetros para un crecimiento apropiado de Pinus tecunumanii. ....	17
Tabla 2: Registro de Árboles Categoría 1, 2 y Superiores en la Unidad Productora de Germoplasma Forestal Ejido Coapilla, Coapilla, Chiapas. ....	30
Tabla 3: Análisis de Producción por árbol de árboles categoría 1. ....	43
Tabla 4: Análisis de producción por árbol de árboles categoría 2. ....	44
Tabla 5: Análisis de producción por árbol de árboles superiores. ....	45
Tabla 6: Numero de semillas en la UPGF Ejido Coapilla. ....	46
Tabla 7: Presupuesto de la producción de semilla en la UPGF Ejido Coapilla. ....	46

## Índice de Gráficos

Gráfico 1: Diámetro de altura de pecho árboles categoría 1.....	32
Gráfico 2: Diámetro de copa de árboles categoría 1.....	32
Gráfico 3: Altura de árboles categoría 1.....	33
Gráfico 4: Fuste limpio de árboles categoría 1.....	33
Gráfico 5: Edad de árboles categoría 1.....	33
Gráfico 6: Diámetro de altura de pecho de árboles categoría 2.....	34
Gráfico 7: Diámetro de copa de árboles categoría 2.....	34
Gráfico 8: Altura de árboles categoría 2.....	35
Gráfico 9: Fuste limpio de árboles categoría 2.....	35
Gráfico 10: Edad de árboles categoría 2.....	35
Gráfico 11: Características de árboles superiores.....	36
Gráfico 12: Promedios de las características de árboles categoría 1,2 y superiores.....	37
Gráfico 13: Longitud de conos de árboles categoría 1.....	38
Gráfico 14: Diámetro de conos árboles categoría 1.....	39
Gráfico 15: Longitud de conos árbol categoría 2.....	40
Gráfico 16: Diámetro de conos árbol categoría 2.....	40
Gráfico 17: Longitud de conos de árbol superiores.....	41
Gráfico 18: Diámetro de conos árboles superiores.....	42
Gráfico 19: Producción de semilla de las tres categorías evaluadas de la UPGF Ejido Coapilla.....	45

# 1. INTRODUCCIÓN

En México, *Pinus tecunumanii* es un pino de cono cerrado que se presenta desde Chiapas, México (17 ° 02'N) hasta el centro de Nicaragua (12 ° 42'N) en Series de poblaciones disjuntas. El rango geográfico de la especie se puede dividir en dos grandes Subpoblaciones basadas en sutil morfología y adaptabilidad. Diferencias: Las poblaciones de alta elevación que se producen desde aproximadamente 1500 a 2900 m de elevación y baja elevación poblaciones que se encuentran entre 450 y 1500 m (Dvorak y Donahue, 1992).

*Pinus tecunumanii* tiene una amplia demanda económica, debido a sus características maderables, es de gran versatilidad y se usa para construcción pesada, construcción interior (puertas y marcos de ventanas), postes tratados, contrachapado, muebles, artesanías y artículos torneados. En menor grado para leña. Como exótica, la especie ha sido plantada principalmente para producción de madera, postes y pulpa para papel (Eguiluz-Piedra, 1982). Forma parte de las especies endémicas del género *Pinus* en México (Sánchez-González, 2008), por lo que representa una especie de gran interés desde el punto de vista ecológico, económico y social para temas de restauración, conservación y aprovechamiento maderable (Owens y Blake, 1995).

El aumento de la población humana, ha llevado a la necesidad de producir una mayor cantidad de madera sin deteriorar los recursos forestales. Esto implica el manejo intensivo de superficies reducidas con las especies y procedencias adecuadas (Alba-Landa y Márquez, 2006). Para satisfacer las necesidades mencionadas, se deben producir semillas forestales en cantidad y calidad suficiente para amortiguar e incluso revertir los procesos de deterioro de los bosques naturales y asegurar su regeneración (Alba-Landa *et al.*, 2001; Márquez y Alba-Landa, 2003).

La producción de semillas de una especie en una población resulta un indicador que nos permite reconocer la capacidad de la especie de permanecer en un sitio. Para cualquier tipo de especie es importante hacer estudios básicos para poder determinar un esquema de manejo de poblaciones en virtud de que se perciben deficiencias para su repoblación natural (Alba-Landa *et al.*, 2003).

Conocer las características morfológicas de conos y semillas de las especies, así como su potencial y eficiencia de producción de semilla para estimar la cantidad y calidad de germoplasma, son aspectos valiosos en términos del desempeño de la planta y de su uso como germoplasma (Contreras y Zayas, 2009; Rodríguez *et al.*, 2012). La obtención de germoplasma forestal de procedencia y calidad fenotípica

conocida, permite establecer programas de mejoramiento genético (Barnett y Hansen, 1996; Ledig *et al.*, 1998), los cuales inician con la selección de individuos que presentan características fenotípicas de interés, y su éxito está determinado por la calidad de los árboles seleccionados y altos niveles de ganancia genética (Balcorta y Vargas, 2004).

La producción de semilla de pino es afectada en gran medida por insectos, enfermedades y hongos, aunque esto sólo se conoce a nivel general, ya que no se han hecho suficientes estudios para determinar en forma clara y precisa, cuales son los demás factores que también la afectan, por lo tanto, la técnica del análisis de conos es muy importante ya que ayuda a determinar con anticipación el plan de cosecha de semillas que se puede colectar y durante que época, principalmente para la producción de planta en los viveros (Santos, 2017). Otro problema de que el abasto de semilla sea insuficiente y se vea afectada la producción de tal, es principalmente que no se realizan los estudios previos para estimar la producción de semilla viable por cono, que haga posible determinar de una manera más aproximada el número de conos que deben ser colectados para lograr las metas establecidas (Santos, 2017).

El análisis de conos es una técnica utilizada principalmente para monitorear el manejo de huertos semilleros, de sus resultados se obtiene información para adecuar las labores de cultivo en la plantación y mejorar la producción de semilla de alta calidad (Alba-Landa y Márquez, 2006).

México para abastecer semilla a los programas de reforestación y de plantaciones se ha recurrido a colectas intensivas en los años semilleros des cuidándose la calidad de los parentales cosechados, pero a pesar de que las políticas forestales han encaminado sus pasos hacia el desarrollo de plantaciones comerciales; no se han establecido las fuentes de abasto de la semilla requerida para tales propósitos de especies locales (Márquez 2007).

Para que un programa de reforestación alcance sus objetivos, se debe atender con eficiencia cada componente de la cadena productiva, que incluyen la obtención y manejo de semilla, producción de planta, establecimiento de plantaciones y su seguimiento en campo (Prieto y López, 2006). Una solución para obtener semilla de calidad a corto plazo y a bajo costo, es detectar o establecer zonas con condiciones aceptables para la producción de semilla de buena calidad, como son los rodales semilleros, áreas y huertos semilleros (FAO, 1991). En México, el abasto de semilla para los programas de producción de planta se hace principalmente de rodales naturales y en menor escala en áreas semilleras. Los rodales semilleros carecen de manejo para aumentar la ganancia genética de la semilla. En las áreas semilleras

se eliminan los árboles mal conformados para dejar los que posiblemente tengan mejor calidad genética (Prieto y Martínez, 2006).

En México, a partir de la década de 1960, se hicieron las primeras colectas de germoplasma de especies de coníferas con financiamiento de la FAO, así como varios intentos por iniciar programas de selección y mejoramiento genético con especies nativas de coníferas. Por ejemplo, el INIF inició en 1963 un programa de establecimiento de rodales semilleros de *Pinus*, *Abies* y *Pseudotsuga*; para 1983 ya había establecido 36 áreas semilleras y numerosos rodales semilleros. Con el apoyo económico de algunos gobiernos estatales, asociaciones de productores y empresas privadas se iniciaron programas de mejoramiento genético forestal en varios estados del Norte y Centro de México, todos ellos enfocados a especies del género *Pinus* fundamentalmente (Plancarte y Eguiluz, 1991; Flores, 2000; Vargas, 2003).

La Comisión Nacional Forestal (CONAFOR) desde 2001 ha promovido la reforestación para la restauración ecológica de áreas degradadas (Vanegas, 2016). Un factor clave para su éxito es el manejo y producción de semillas, ya que, el germoplasma de buena calidad asegura una mayor producción de plantas con características que garantizan una alta supervivencia en campo (CONAFOR, 2014).

Como parte de un esfuerzo por regular el uso y la movilización indiscriminada de germoplasma forestal, a finales del año 2016 entró en vigor la Norma Mexicana NMX-AA-169-SCFI-2016 (Secretaría de Economía, 2016), que establece las especificaciones técnicas que se deben cumplir para obtener la certificación durante el proceso de establecimiento y manejo de las unidades productoras de germoplasma forestal.

El presente estudio, se enfocó en el análisis de producción de semillas de la especie *Pinus tecunumanii*, seleccionando árboles con buenas características fenotípicas para luego determinar las características morfológicas de conos y la cantidad de semilla por árbol seleccionado.

## 2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Nuestro país presenta un severo proceso de deforestación y fragmentación de sus comunidades vegetales entre ellas bosques, selvas, vegetación de zonas áridas y semiáridas, dunas costeras y humedales (manglares), que está ocasionando una pérdida importante de los recursos genéticos forestales maderables y no maderables (García *et al.*, 2011).

Actualmente, los fragmentos de vegetación original están en riesgo de ser transformados en sistemas agropecuarios ya que no existen alternativas económicas para su uso y manejo. Por ello se requiere urgentemente establecer mecanismos estratégicos que involucren programas de manejo, capacitación, asistencia técnica e incentivos económicos que permitan su rescate y conservación (García *et al.*, 2011).

La deforestación ocasionada por el cambio de uso del suelo es la principal actividad que disminuye los recursos forestales en México, las regiones tropicales son las más afectadas, seguidas de los ecosistemas de clima templado, y en menor grado la región norte del país. Otras actividades que contribuyen a la destrucción de los recursos forestales son: el pastoreo, los aprovechamientos ilegales, la obtención de leña y los incendios relacionados con actividades agrícolas o pecuarias en terrenos forestales (Vargas, 2003).

El *Pinus tecunumanii* se suele dispersar en pequeñas subpoblaciones y se ha agotado por la sobreexplotación, como también a causa por la agricultura inadecuada, la tala de bosques, y el uso por la necesidad de leña como combustible hasta tal punto de que muchas de estas subpoblaciones son ahora vulnerables a la extinción (Aparicio-Rentería *et al.*, 2014). Estas acciones nos han llevado a un estado de pérdida y erosión genética de las especies forestales nativos de la región. En México la falta de semilla es uno de los principales factores para poder llevar a cabo programas de reforestación en zonas degradadas (Granhof, 1991).

### 3. JUSTIFICACIÓN

A nivel nacional, el accionar la temática para que las semillas forestales se caracterice por el limitado conocimiento de criterios técnicos y metodológicos para la selección de fuentes semilleras, técnicas de producción, procesamiento y almacenamiento de semillas, por lo que la pérdida de la riqueza genética es inminente en el transcurrir del tiempo debido a la falta de incentivos para su conservación y uso sostenible.

El mal uso de los recursos naturales nos ha llevado al consumo de nuestros bosque a consecuencias del uso de tierras ya sea para la agricultura o industria entre otras, esto ha provocado una pérdida de valores en el mal manejo de nuestros recursos naturales lo cual trae consigo efectos del cambio climático, por tal motivo el riesgo de desaparición de los árboles forestales nativos es apremiante; por lo que es de suma importancia analizar la producción de semilla y seleccionar fuentes semilleras de especies forestales nativas *Pinus tecunumanii*, para poder rescatar, proteger y conservar su variabilidad genética, y así contribuir a desarrollar estrategias para su manejo, conservación y adaptación evitando su extinción.

El germoplasma obtenido de los árboles semilleros en la (UPGF) Ejido Coapilla nos brindaran plantas de excelente calidad para los programas de reforestación con fines a la conservación y protección.

La UPGF Ejido Coapilla es una forma de asegurar la permanencia de altos niveles de biodiversidad necesarios para el mejoramiento de poblaciones futuras de *Pinus tecunumanii*, las cuales son fundamentales para la producción de germoplasma y la obtención de plantas de excelente calidad. Dicho en otras palabras, la conservación de la diversidad biológica es el único camino para delimitar de manera paralela el rumbo de la evolución de numerosas especies de importancia forestal ante los nuevos ambientes propiciados por las intervenciones humanas.

## 4. ANTECEDENTES

### 4.1. Fuentes Semilleras

La selección de las fuentes semilleras adecuadas tiene un papel decisivo en el éxito, mediocridad o el fracaso de los programas de plantaciones (Barner *et al.*, 1988); la semilla de especies forestales puede provenir del bosque natural, de un rodal semillero, de un área semillera o de huerto semillero. En silvicultura es de todos conocido que una tercera parte del éxito de una reforestación o plantación es atribuida a la elección, colecta, beneficio y almacenamiento de las semillas e indudablemente esto en buena parte obedecen a las proporciones de potencial y eficiencia de semillas para ofrecer un éxito en el manejo de una especie, partiendo del hecho de que si dadas las presiones a las que se ven sometidas las poblaciones de especies forestales por cuestiones multifactoriales, solo pueden conservarse y usarse si se induce un equilibrio entre especies y poblaciones naturales con reforestaciones y plantaciones comerciales provenientes de fuentes semilleras que ofrezcan ganancias genéticas, las cuales son variables y van desde 5 hasta 25 % según se trate de rodales semilleros, áreas semilleras o huertos semilleros (Márquez 2007).

### 4.2. Fuentes semilleras como mecanismo de conservación in situ

Las acciones de conservación genética in situ a través de fuentes semilleras están encaminadas a preservar los árboles relictos de los bosques nativos, mediante la selección de fuentes semilleras para la producción y procesamiento de semillas; además constituyen alternativas de aprovechamiento del bosque y fomentan el uso de semillas de calidad (Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico para el manejo sustentable de los ecosistemas tropicales ECOPAR, 2002).

Según Grijalva *et al.* (2012) en Ecuador algunas instituciones tanto privadas como estatales han apoyado a la conservación genética in situ es por ello que la fundación ECOPAR ha seleccionado un total de 20 fuentes semilleras de ocho especies de los bosques andinos de la Sierra (Ordóñez *et al.*, 2004; Fundación Arco iris y ECOPAR, 2002). Por otra parte, la Asociación de Agrónomos Indígenas de Cañar (AAIC) 13 fuentes semilleras de especies nativas de la provincia del Cañar y La Fundación Ecológica Arco Iris 14 fuentes semilleras de especies nativas en Loja.

Otros ejemplos igualmente meritorios son aquellos del Municipio de Quito que ha identificado y caracterizado 28 fuentes y la Fundación Solidaridad Internacional en 2011, ha instalado 33 fuentes semilleras de 18 especies forestales en la provincia de Orellana, finalmente el Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) ha identificado 23 árboles semilleros.

#### **4.3. Importancia de las fuentes semilleras en la conservación de los recursos genéticos forestales**

La destrucción continúa de los recursos naturales y la necesidad por mejorar y aumentar las áreas natural ha permitido la elaboración de planes y proyectos de mejoramiento genético de especies forestales nativas (CONAFOR, 2014); es por ello que la selección de individuos fenotípicamente sobresalientes, también llamados árboles semilleros, representa la etapa inicial y más importante para el establecimiento de una fuente semillera y de un programa de mejoramiento genético forestal, además, de asegurar una fuente permanente de producción de semillas con un origen conocido; garantizando en gran medida que las buenas características de los progenitores seleccionados sean transmitidos a sus descendientes; representado una alternativa económica de producir semilla de mejor calidad a muy corto plazo para comercialización y/o establecimiento de plantaciones forestales (Aguirre y Fassbender, 2012).

#### **4.4. Mejoramiento genético forestal**

Según López *et al.* (2013). Los rodales semilleros son la base para realizar programas de mejoramiento genético forestal, por lo cual es muy importante realizar una buena selección de las masas forestales.

De los rodales semilleros se pueden recolectar mínimo 30 individuos (uno de cada familia) a 50 individuos para considerar mantener una variación genética y evitar la endogamia. Con este germoplasma recolectado se puede establecer ensayos de progenies, de procedencias y de procedencias/progenies para poder realizar mejoramiento genético de la especie de interés y para iniciar con la migración asistida de las especies ante los efectos del cambio climático.

El principal objetivo es establecer este tipo de ensayos para determinar la mejor familia o individuo de la familia para el sitio donde se estableció, con base en un uso económico, de conservación o de restauración. Si se busca un uso económico es indispensable evaluar que las variables cuantitativas de interés sean heredables, por mencionar algunas, se tiene el contenido de taninos en las resinas, la poda natural, el tamaño de copa, el diámetro normal y la altura; si el uso es de conservación se requiere cuidar y conservar una buena diversidad genética; y si el uso es para la restauración se utilizan las familias existentes en la zona a restaurar o en zonas con características ecológicas similares, considerando que pueden surgir algunos genes recesivos.

Los principios básicos para considerar un programa de mejoramiento genético son:

- Conocer la fenología y biología reproductiva de la especie de interés.
- Generar técnicas para el buen manejo del germoplasma a utilizar.
- Considerar si existen variedades locales que puedan afectar el proyecto de mejoramiento genético.
- Determinar la zona de abastecimiento a nivel regional de la demanda de semillas mejoradas, para diseñar el programa.

Un programa de mejoramiento genético forestal tiene como objetivo principal la producción de germoplasma genéticamente mejorado para el establecimiento de plantaciones forestales. Estas necesidades se cubren, principalmente, con el establecimiento de huertos semilleros; sin embargo, de manera inmediata se pueden establecer rodales semilleros o áreas semilleras para un uso temporal. En las áreas semilleras es obligatoria la inclusión de una superficie central (área de certificación) y una franja de protección, pero no en los rodales semilleros. El índice de selección es un método de mejoramiento genético simultáneo de varios caracteres que permite separar genotipos con base en características fenotípicas como altura total, diámetro normal, ángulo de inserción de las ramas con respecto al fuste, rectitud del fuste, características de la copa, entre otras (Cerón y Sahagún, 2005).

#### **4.5. La apariencia fenotípica**

Las características de los árboles, como la forme del fuste, hábito de ramificación, dirección de la fibra, densidad básica, entre otras son de alta heredabilidad. Entonces conviene tener varias fuentes de las mismas especies para poder seleccionar los mejores, pero de ser estas pocas se debe hacer intervenciones en la fuente como raleo. Se debe dar prioridad entonces a aquellas características de alta heredabilidad, y no tanto a características que dependen en mayor medida del medio ambiente; la elección de las características de selección dependerá el producto final que se pretende obtener (Aguirre y Fassbender, 2013).

#### **4.6. Métodos de selección para el establecimiento de árboles semilleros**

Según Flores y Chavarry (2005) existen varios métodos para seleccionar árboles semilleros, por lo general el método de selección depende de las especies a evaluar, las características del rodal o de la población, de los objetivos particulares y de los recursos disponibles para la ejecución de dicho programa, los principales métodos generales que se utilizan para la selección de árboles semilleros se describen a continuación:

- Método de árboles por comparación

Empleado para el caso de plantaciones forestales. Consiste en comparar dentro de una población, las características de un árbol plus, con los cinco mejores árboles vecinos ubicados dentro de un círculo de 10 a 20 m de radio, teniendo como centro al árbol candidato. Este método tiene como ventaja minimizar el efecto de las diferencias de sitio, es decir aumenta la probabilidad de expresión de los caracteres heredables en las generaciones futuras.

- Método de valoración individual

Aplicable en bosques naturales heterogéneos, de edades distintas y donde los árboles generalmente se encuentran dispersos o aislados. Por ese motivo, el método de árboles por comparación no es aplicable. Debido a la alta variación ambiental y a las diferencias de edad entre árboles, la heredabilidad en este tipo de poblaciones es por lo general, baja. Para aplicar el método, es necesario recorrer previamente la población y conocer el ámbito de variabilidad (comportamiento) de la especie, para luego determinar cuál es un árbol superior.

- Mejoramiento genético forestal

En las últimas décadas, los organismos estatales y el sector privado sometieron una mayor variedad de especies de árboles a programas de mejora genética formal y domesticación para producir madera de construcción, pulpa, leña y productos forestales no madereros, y para brindar funciones de servicio forestal. Los programas de mejora genética de árboles tienen la capacidad de mejorar la producción de árboles y bosques plantados de manera sostenible, y son necesarios para satisfacer la creciente demanda mundial de servicios y productos forestales.

#### **4.7. Importancia de la producción de semilla**

Las semillas forestales son importantes por diversos factores, desde el punto de vista silvícola, las semillas constituyen un medio de propagación natural de numerosas especies, ya sea por regeneración natural o artificial, así como la restauración de los bosques que estén bajo aprovechamiento o se encuentren degradados (Niembro, 1989).

En las instituciones que contemplan extensos programas de reforestación, se requieren grandes cantidades de semilla de calidad, por lo tanto, es fundamental establecer áreas destinadas a la producción, ya que se requiere determinar la cantidad de semilla y conocer su potencial biológico.

La problemática relacionada con la producción de semilla, está la influencia de factores bióticos y abióticos. En los planes o programas de reforestación, se debe considerar un 30% más de la cantidad de semilla que comúnmente se requiere debido a que no toda la semilla es potencialmente viable por factores genéticos que originan malformaciones y abortos (Brammlett *et al.*, 1977).

#### **4.8. Análisis de conos de Pinus**

Los análisis de conos y semillas permiten evaluar las características físicas y biológicas de un lote para asignarle un valor (Bonner, 1993), herramienta útil para determinar la cantidad y calidad de semilla producida en un área determinada; esto contribuye a estimar la productividad de las áreas utilizadas como fuentes productoras de semilla, para los programas de producción de planta forestal. El factor principal que reduce la cantidad y calidad de la semilla producida, es la presencia de insectos. Álvarez y Márquez (1998), señalan que en Durango los

principales insectos que causan daños a conillos, conos y semillas son: trips (género *Frankliniella*), palomillas tortricidas (géneros *Eucosma* y *Cydia*) y pirálidas (géneros *Dioryctria* y *Apolychrosis*), así como escarabajos escolítidos (*Conophthorus*), carabajos picudos (*Conotrachelus*) y anóbidos (*Ernobius*), y chinches semilleras (*Tetyra* y *Leptoglossus*), entre otros.

Ramírez *et al.* (2007) estudiaron las características morfológicas de conos, el potencial de producción de semilla y la eficiencia de producción de semilla de *Pinus greggii* Engelm. de la cosecha 2006 de una plantación ubicada en Naolinco de Victoria, Veracruz, México. Los resultados obtenidos mostraron que el tamaño de los conos difiere significativamente entre árboles, el largo promedio fue de 9.89 cm y el ancho 5.22 cm. El potencial de producción de 15 semilla también muestra diferencias altamente significativas entre los árboles, varían desde 86 hasta 236 semillas por cono y 0 hasta 83% respectivamente.

Rebolledo *et al.* (2002) seleccionaron 12 árboles, se colectaron conos maduros y se evaluaron 10 por árbol, para estudiar la variación entre procedencias y entre árboles dentro de las procedencias con base en la morfología de conos y semillas de *Pinus hatwegii* Lindl. de poblaciones naturales de La Malinche, Tlaxcala y el Cofre de Perote, Veracruz. Los conos provenientes del Cofre de Perote fueron de mayor tamaño, pero las semillas más pequeñas que las de La Malinche. Se obtuvieron diferencias estadísticas significativas tanto entre procedencias como entre árboles dentro de las procedencias para las características de conos (longitud y diámetro) y semillas (largo, ancho y peso).

Sánchez *et al.* (2002) evalúan características de longitud y diámetro de conos, así como largo, ancho y peso de semillas de 15 árboles de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D. K. Bailey procedentes de Las Cuevas, Alzayanca, Tlaxcala, con el fin de conocer la variación entre árboles. De cada 18 árbol se tomaron 10 conos sanos que fueron medidos y se extrajo la semilla para evaluar una muestra de la misma. La longitud y el diámetro promedio de los conos fue de 3.796 y 3.514 cm, respectivamente. En cuanto a las semillas, el largo, ancho y peso promedio fue el siguiente: 1.274 cm, 0.717 cm y 0.375 mg. De acuerdo a los análisis de varianza efectuados, se encontró que existen diferencias significativas en todas las variables, entre los árboles de esa localidad.

Sivacioglu y Ayan (2008). Investigaron la producción de semilla en un pino silvestre de 13 años (*Pinus sylvestris* L.) en un huerto de semillas clonales, que incluye 30 clones, ocho rasgos de conos, semillas como número fértiles y escalas infértiles, volumen de cono, número de cono, número de semilla llena y vacía, eficiencia de semilla y se estudió el peso de 1000 semillas. Donde encontraron

diferencias significativas entre los clones en todos los rasgos en general la media del número de la escala fértil fue de 30.1 con un rango de 19.8 a 42.2 entre los clones, mientras que la escala infértil el número fue de 41.1 con un rango de 34.1 a 51.5. el número de semillas llenas, número de semillas vacías y el porcentaje de semillas llenas fue de 11.6, 15.0 y 43.6%, respectivamente. El número del cono y el volumen del cono varió 33.4 a 287.88 y 6.6 a 18.2 cm<sup>3</sup> entre los clones, respectivamente. La eficiencia promedio de las semillas para todos los clones fue bastante bajo y del 17.9%. La media global de 1000 semillas de peso fue de 10.9 g con un Rango de 8,6 a 13,2 g. En cuanto al peso de 1000 semillas y los valores de número de semillas llenas, 0.68-19.33 kg de rellenos en este huerto se pueden producir semillas por hectárea que varían entre los clones el dendrograma de racimo.

#### **4.9. Potencial de producción de semilla (PPS) de Pinus**

De acuerdo con estudios de Lombardi y Nalvarte (2001). En el proyecto "Estudio de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras (PROECEN)" se establecieron y manejaron fuentes semilleras realizando ensayos de especies forestales de interés comercial, concluyeron que el abastecimiento oportuno de semillas, es un factor importante tanto para el ensayo de especies y procedencias como para los futuros programas de reforestación, para aseguramiento a un suministro local constante de semillas es necesario establecer los rodales semilleros de las especies. Solamente semillas de fuentes conocidas pueden ser utilizadas para producción de plantas y los ensayos, para que sean replicables en su material reproductivo.

Según Noland *et al.* (2006), en su artículo "Variación natural en las características de las semillas del este pino blanco (*Pinus strobus*)" realizado en Canadá, la regeneración natural en rodales semilleros depende en gran parte de la capacidad de los árboles semilleros seleccionados para producir semilla en abundancia y viable.

Un informe realizado por Pérez *et al.* (2014) sobre "Selección de especies forestales nativas para fuente de semillas para reforestación en Molinopampa, Amazonas – Perú" de mostro que al seleccionar árboles con características fenotípicas adecuadas se obtuvieron semillas de buena calidad reforestando 15 hectáreas para producción de madera. De igual manera se logró seleccionar 150 árboles en base a las características óptimas deseables para la producción de

semillas, a partir de los cuales se contribuyó a asegurar el abastecimiento de germoplasma de calidad.

En un estudio de la producción de semillas del género *Pinus* en huertos y rodales semilleros de Smurfit Cartón de Colombia, Isaza *et al.* (2002) encontraron que el potencial de semillas para *Pinus tecunumanii* Eguluz & J.P. Perry fue de 125 semillas cono (de 123 a 127 semillas cono) y para *Pinus oocarpa* Schiede fue de 137 semillas cono. Estos valores reportados para estas dos especies serótinas son menores a los encontrados en este estudio, aun cuando los valores son mayores a los encontrados en su distribución natural.

Arce e Isaza (1996) en un estudio de la producción de semillas por cono en cuatro especies del género *Pinus* en Colombia encontraron para *Pinus patula* una eficiencia de semilla promedio de 10.1% (1 a 33%), para *Pinus oocarpa* 13% (1 a 34%); Isaza *et al.* (2002) encontraron las siguientes eficiencias de semilla: para *Pinus tecunumanii* de la finca Arcadia fue de 9% y la finca La Suiza 6%, para *Pinus oocarpa* fue del 13%. Los resultados de estas especies serótinas fueron aún más bajos a los que se encontraron en este estudio. Posiblemente, esto se deba a que estas especies son introducidas y no se han adaptado, quizás debido a una polinización ineficiente.

En el ámbito nacional, la demanda de germoplasma forestal se incrementó considerablemente en México debido a las plantaciones y sobre todo con el Programa Nacional de Reforestación (PRONARE), con el objetivo de asegurar el establecimiento de una nueva cobertura forestal en bosques y selvas, al utilizar un promedio de 30,000 kg de semilla al año de diversas especies forestales (Reed, 2004; FAO, 2000).

En 1995, personal del Instituto de Investigaciones Forestales de la Universidad Veracruzana realizó la selección de 70 árboles de la mejor calidad fenotípica (árboles plus) para la colecta de semilla en la sierra de Huayacocotla, Veracruz. Este proceso de selección, según CAMCORE (2007), permite capturar la mayor diversidad genética contenida en las poblaciones, para conservar la adaptabilidad de la especie a diferentes condiciones ambientales. Parte de esta semilla fue distribuida por CAMCORE para ensayos genéticos a 11 organizaciones de Brasil, Chile, Colombia, Sudáfrica y Zimbabwe (CAMCORE, 1995; Kanzler, 2002). Los resultados obtenidos indicaron que los árboles procedentes de la región de Huayacocotla fueron superiores en crecimiento, en la mayoría de los sitios de plantación.

Ortega y Orta (2001) realizaron un diagnóstico en el estado de Chihuahua sobre las Unidades productoras de germoplasma Forestal, donde incluyen áreas semilleras, rodales semilleros y árboles superiores. Los resultados obtenidos en la producción de semilla fueron altos, al localizar 26 áreas semilleras, 8 rodales semilleros y 113 árboles superiores.

Estudios realizados por Solís *et al.* (2007) en un área semillera de *P. engelmannii* en el municipio de Durango, logro encontrar un potencial productivo de 179 semillas por cono, valor que superó a los observados en el mismo sitio en esta evaluación, donde sólo 133 semillas lograron desarrollarse. En cambio, Owens y Fernando (2007), en un huerto semillero de *P. monticola*, registraron un potencial productivo de 200 semillas por cono, de las cuales el éxito reproductivo fue de 115 semillas (57,5%). Por su parte, Núñez (2002) determinó la eficiencia en la producción de semilla en tres rodales naturales de *Pinus cooperi* Blanco del estado de Durango, y encontró que la producción de semilla en un solo rodal fue del 50% superando el porcentaje obtenido en los sitios de estudio antes mencionados.

Estudio realizado por Bustamante-García *et al.* (2012) determinaron el potencial y la eficiencia de producción de semilla de *Pinus engelmannii* Carr. En tres rodales semilleros: El Encinal y Las Cumbres, municipio de Durango, Dgo. y La Florida, municipio de San Dimas, Dgo. En cada rodal se seleccionaron 10 árboles, con una separación mínima de 50 m; de cada árbol se colectaron 10 conos, éstos fueron secados al aire libre para desprender las escamas y cuantificar potencial productivo, semillas desarrolladas, óvulos abortados en el primero y segundo año de desarrollo, y escamas infértiles superiores e inferiores. De cada rodal se escogieron al azar 400 semillas, a las cuales se les hicieron pruebas de rayos X para cuantificar: semilla llena, vana y dañada por insectos; además, se determinó su germinación. Se encontró que en el rodal El Encinal existió el más alto potencial productivo con 171,9 semillas por cono, así como de semilla desarrollada con 143,7 semillas por cono. En Las Cumbres se registraron los mejores valores de semilla llena (77,2%) y de germinación (98,1%). El mayor aborto de óvulos en el primer año ocurrió en La Florida con 38,2 semillas por cono, lo que refleja autopolinización o daño por *Leptoglossus occidentalis* Heidemann en las primeras fases de desarrollo de la semilla. El daño por insectos más intenso se observó en El Encinal con 7,0% de la semilla afectada. La mayor eficiencia de producción de semilla se encontró en Las Cumbres con 66,9%, mientras que en El Encinal y La Florida el porcentaje fue menor a 41,0%.

En el estado de Veracruz el programa de mejoramiento genético que realiza el Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana, incluyó el establecimiento de rodales semilleros: uno de *P. greggii*, tres de *P. teocote* y uno de *P. oocarpa*; donde seleccionaron el siguiente número de árboles para la colecta de semillas: 25 de *P. greggii*, 30 de *P. oocarpa* y 90 de *P. teocote* (Alba *et al.*, 1994).

En un trabajo previo de una prueba de progenies en Tlacolulan, Veracruz realizado por Ochoa *et al.* (2014) se encontró un Potencial de Producción de Semillas (PPS) de 130 s/c y una Eficiencia de producción de Semillas (ES) de 34% para la cosecha 2010, para la cosecha 2011 se obtuvo 129 de PPS y 40% de (ES), por lo que se puede ver que la (ES) aumentó en la presente evaluación, mientras que la (PPS) se mantuvo en proporción similar.

En el estado de Chiapas se establecieron tres Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF), apoyadas por la Comisión Nacional Forestal (CONAFOR), obtuvieron la certificación nacional en Establecimiento y Manejo de Unidades Productoras de Germoplasma bajo la Norma Mexicana NMX- AA- 169 – SCFI- 2016. El historial genético de los árboles elegidos será utilizado para la producción de semillas y nuevas plantas, con las que se restaurarán zonas forestales del estado (CONAFOR, 2018).

*Pinus tecunumanii* se encuentra en la UPGFs de Coapilla y Comitán Chiapas con una superficie de 15 hectáreas para Coapilla y 10.4 hectáreas para Comitán. *Pinus tecunumanii* es un pino de cono cerrado que se presenta desde Chiapas, México (17 ° 02'N) hasta el centro de Nicaragua (12 ° 42'N) en Series de poblaciones disjuntas (Dvorak y Donahue, 1992). Desde 1980, *Pinus tecunumanii* ha sido el más ampliamente Pino mexicano y centroamericano probado en los trópicos y Subtrópicos, con más de 50 procedencias y la progenie de 2,000 árboles madre en ensayos de campo (Dvorak *et al.*, 2004).

#### **4.10. Potencial de producción de semilla (PPS) de especies latifoliadas**

Niembro (1998) encontró para árboles del Campo Experimental China, Campeche un PPS entre 54 y 89 semillas por fruto, mientras que De la Cruz y Mendizábal-Hernández (2004) obtuvieron potenciales de 57 a 70 semillas por fruto en 20 árboles ubicados en el estado de Campeche, ambos para caoba (*Swietenia macrophylla* King).

Alderete y Márquez (2004) obtuvieron un PPS entre 34 y 47 semillas por fruto en 22 árboles distribuidos en el estado de Campeche; mientras que Rodríguez *et al.* (2001) obtuvieron un PPS promedio de 43 semillas por fruto en una población ubicada en La Antigua, Veracruz, la eficiencia de producción de semillas por su parte, fue de 53.83%; ambos estudios se realizaron con cedro (*Cedrela odorata* L.).

Viveros *et al.* (2000) y Viveros (2000) reportan un potencial promedio de 57 semillas por fruto, encontrando diferencias significativas entre treinta árboles de guacima o guázamo (*Guazuma ulmifolia* Lambert) de una población costera del centro de Veracruz.

#### **4.11. Descripción de la especie de estudio**

**Nombre científico:** *Pinus Tecunumanii* Eguiluz & J.P. Perry

Nombre Común: Pino tecunuman, pino, ocote.

Según David, (2007), las principales características de esta especie son:

*Pinus tecunumanii* es un árbol de 30-40 (-45) m de alto y 50-90 (-110) cm de diámetro, corona clara, con algunas ramas delgadas, más o menos ascendentes o laterales; ramas jóvenes con brotes pruinosos, fuste recto a veces con engrosamientos nodales. La corteza es áspera y fisurada en la base del fuste, lisa y más delgada hacia arriba, grisácea, exfoliante en escamas, placas o tiras papiráceas, dejando manchas rojizo-anaranjadas por debajo. Sus conos son angostamente cónicos, 4-8 cm de largo y 3-5 cm de ancho, solitarios o en pares, o a veces en fascículos verticilados de 4 o más, persistentes, pedúnculos de hasta 2 cm de largo, más raramente sésiles o subsésiles, escamas angostas con apófisis prominentes, a veces con un acúleo proyectado hacia delante.

#### **Distribución:**

*Pinus tecunumanii* se encuentra distribuida de manera natural desde las tierras altas al sur de México (Chiapas y Oaxaca) hasta el oeste de Nicaragua (Gillespie, 1992 y Stevens, 2001), con una distancia aproximada de 1000 Km. Varios taxonomistas sugieren que el *Pinus tecunumanii* se extiende por el oeste hasta Oaxaca y Guerrero, en México.

## Semilla:

Los frutos se recolectan del árbol con tijeras podadoras cuando están a un cerrado y su color es café verdoso. Los frutos se transportan en sacos de yute y se extienden a la sombra para que continúen madurando. Luego se secan al sol por 3-4 días a 3-4 horas por día. Cuando abren, se golpean los conos para extraer las semillas. Se limpian de las alas, frotándolas con las manos o en un saquito de tela. Para su almacenamiento, deben secarse al sol removiéndolas constantemente.

Las semillas son ortodoxas y pueden almacenarse por 5-10 años a temperaturas de 3-4°C y humedad del 12% en recipientes herméticos. A temperatura ambiente, la semilla permanece viable por 1-2 meses. Un kilogramo contiene 70000-110000 semillas (Barrance *et al.*, 2003).

Tabla 1: Parámetros para un crecimiento apropiado de *Pinus tecunumanii*.

Clima y suelo en condiciones naturales				¿Dónde crece mejor?	Factores limitantes
<b>Pluviometría</b>	790-2200 mm	<b>Suelos</b>	Fértiles, profundos, aunque se tolera una gran gama de suelos, arcillo luminoso a limo arenoso	En suelos fértiles, profundos, ligeramente ácidos a neutros. Como la especie ocurre a un gran rango de altitudes, al plantarla es muy importante escoger una fuente de semilla apropiada, si la semilla proviene de una zona predispuesta a escarchas no crecerá bien en un a más baja o viceversa	Uno de los principales es la falta de semilla en cantidades suficientes, la especie produce poco tanto en su ambiente nativo como en condiciones de exótica. También ha mostrado susceptibilidad ala quebradura por vientos en sitios expuestos
<b>Estación seca</b>	0-6 mese	<b>Textura</b>	Ligera a pesada		
<b>Altitud</b>	440-2800 msn m	<b>PH</b>	Ácido		
<b>T Max media mes más cálido</b>	16-35 °C	<b>Drenaje</b>	Libre		
<b>T min. Media mes más frío</b>	5-20 °C	<b>Pendiente</b>	Plana o fuertement e ondulada		
<b>T media anual</b>	14-25 °C				



especie forestal y seleccionados por su genotipo y/o fenotipo que posee bien identificada su procedencia, usada para la producción de frutos, semillas o material vegetativo.

## **5.2. Potencial de producción de semilla (PPS)**

Lyons (1956) define el término “seed production capacity” al número de óvulos que son capaces de convertirse en semillas por estar desarrollados normalmente al tiempo de la polinización. La capacidad de producción de semillas es una característica fijada en el cono en el momento de la polinización.

## **5.3. Selección fenotípica**

La NMX-AA-169-SCFI-2016 lo define como el Procedimiento de selección de poblaciones o de individuos con características físicas deseables para la obtención de germoplasma forestal que permita la mejora genética en función del producto deseado.

## **5.4. Área semillera**

Patiño y Villarreal (2012) definen el área semillera como un rodal seleccionado de alta calidad en el cual los individuos menos deseables son cortados para evitar su cruzamiento con árboles seleccionados, proporcionando al mismo tiempo espacio para el desarrollo de los mejores, permitiendo aumentar el rendimiento de semilla a través del tratamiento aplicado.

## **5.5. Rodal semillero**

Patiño y Villarreal (2012) lo definen como áreas que no han recibido ningún tratamiento previo para mejorar la calidad de la semilla, pero presentan un alto porcentaje de árboles con características deseables.

## **5.6. Huerto semillero**

Un huerto semillero consiste en una plantación de individuos previamente seleccionados y reproducidos sexual o asexualmente para producir semilla en la que se conoce su especie, su origen y sus dos fuentes parentales (semilla certificada) (Patiño y Villarreal, 2012).

## 6. OBJETIVOS

### Objetivo general:

- Analizar la producción de semilla "*Pinus tecunumanii*" mediante la selección de árboles semilleros en la Unidad Productora de Germoplasma Forestal, Coapilla, Chiapas.

### Objetivos específicos:

- Seleccionar árboles forestales (*Pinus tecunumanii*) con características fenotípicas, aplicando la NMX-AA-169-2016.
- Determinar las diferencias en diámetro y longitud de los conos seleccionados por el método de muestreo aleatorio simple.
- Calcular la producción de semilla de los árboles forestales seleccionados con referencia al manual para la identificación y establecimiento de (UPGF) de CONAFOR.

## 7. HIPÓTESIS

La producción de semillas de la población de *Pinus tecunumanii* de la UPGF Ejido Coapilla es diferente entre árboles y categorías.

## 8. MATERIALES Y MÉTODOS

### 8.1. Ubicación de área de estudio

El estado de Chiapas se localiza al sureste de la república mexicana y cuenta con una superficie de 73 272.3 km<sup>2</sup> (INEGI, 2016). Su complejo relieve se enmarca en siete regiones fisiográficas: Llanura Costera del Pacífico, Sierra Madre de Chiapas, Depresión Central, Altiplanicie Central, Montañas del Oriente, Montañas del Norte y Llanura Costera del Golfo. Debido a sus condiciones topográficas, Chiapas es una de las entidades con mayor diversidad biológica (CONABIO, 2013). Los árboles evaluados de *Pinus tecunumanii* se encuentran en rodales semilleros dentro de la unidad productora de germoplasma forestal (UPGF) del municipio de Coapilla, Chiapas (Figura 2).

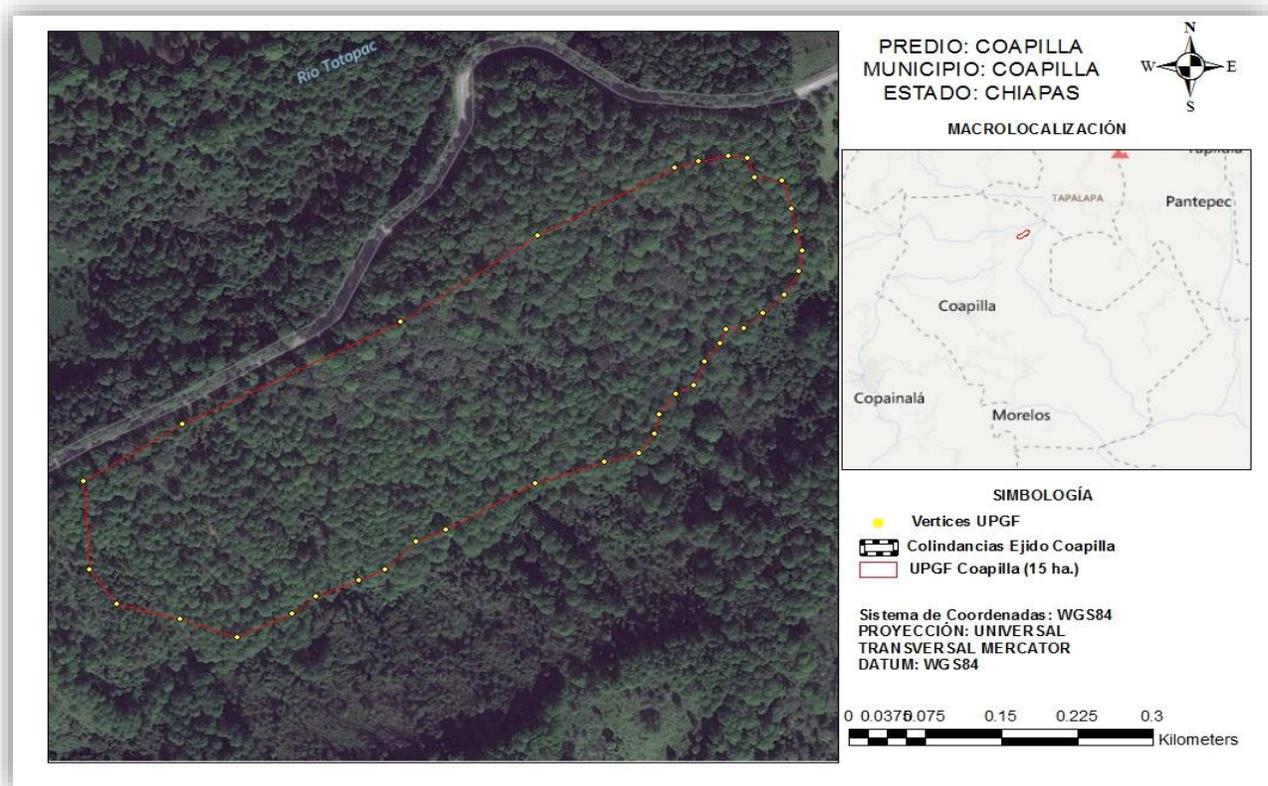


Figura 2: Localización de la UPGF Ejido Coapilla, Coapilla, Chiapas.

Fuente: Elaboración propia.

Coapilla es un municipio perteneciente al estado de Chiapas. Se localiza en las Montañas del Norte, lo que explica el carácter agudo de su relieve, sus coordenadas geográficas son 17° 08" N y 93° 10" W. Las poblaciones de *Pinus tecunumanii* se encuentran en la UPGF desde aproximadamente 1,560 metros de altitud sobre el nivel del mar.

## **8.2. NMX-AA-169-SCFI-2016 criterios para evaluar la preselección de árboles**

A través de la NMX-AA-169-SCFI-2016 se realizó la verificación final aplicando a los individuos preseleccionados el método de comparación con cinco testigos en bosques coetáneos, así se pudo definir si realmente son o no superiores, en donde el factor de la edad definió en gran medida la superioridad de los árboles.

Pasos realizados para la identificación de los árboles semilleros:

1. Criterios técnicos para seleccionar los individuos (árboles) superiores: deben estar libres de plagas y enfermedades (en caso de tener alguna presencia de plaga o enfermedad, su ataque no debe ser en un grado considerable que pongan en riesgo la vida del árbol); sin daños mecánicos que propicien la muerte de los árboles; En conclusión, los arboles superiores deben estar sanos, vigorosos y obligatoriamente deben tener producción de frutos.
2. Evaluación visual: Se detectaron árboles con características sobresalientes, comúnmente se facilita revisar los árboles dominantes y simultáneamente de buena rectitud, a los que se les nombra árbol superior por méritos propios.
3. Después de haber seleccionado los árboles con las características descritas anteriormente, se seleccionan cinco árboles para realizar su comparación. Estos árboles, al igual que el candidato, deben ser dominantes y estar creciendo en condiciones de competencia similares a las del árbol candidato, la distancia entre ellos y el árbol candidato debe ser de al menos 20 hasta 50 metros, deben ser de la misma edad o mínimamente con una diferencia no mayor a 10 años entre ellos. Se evalúa la altura del árbol, diámetro altura de pecho, edad, fuste limpio y Diámetro de la copa para el candidato y los cinco testigos, esto con el fin de que en caso de que se rechace el árbol candidato, se cuenten con otros árboles (alguno de los testigos) que resulten ser superiores después de la comparación.

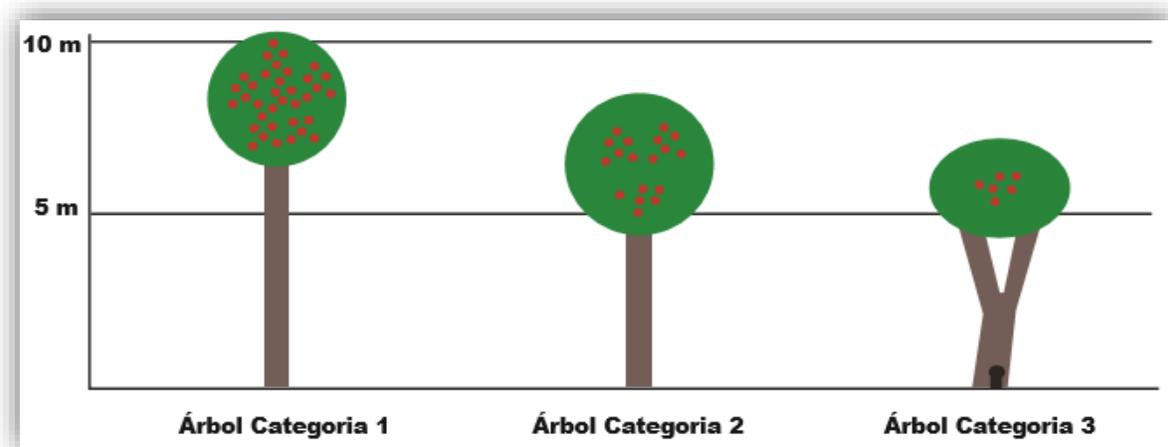
Dentro de la UPGF, una vez definido el “árbol tipo” se clasificarán a todos los individuos presentes de la siguiente forma:

Individuo Categoría 1: Es aquel árbol, arbusto, palma, o lo que corresponda, que tiene las características fenotípicas excelentes, las cuales cumplen con el objetivo para el cual fue seleccionado y de acuerdo a los criterios establecidos para la especie en cuestión.

Individuo Categoría 2: Es aquel árbol, arbusto, palma, o lo que corresponda, con características fenotípicas sobresalientes que no cumplen con excelencia todos los criterios establecidos para la especie en cuestión, pero que se pueden considerar con ciertas reservas o restricciones.

Individuo Categoría 3: Es aquel árbol, arbusto, palma, o lo que corresponda, inaceptable en cuanto a su condición fenotípica o sanitaria (actual o futura), como es el caso de los árboles suprimidos, árboles dañados, bifurcados desde el primer tercio de la base del árbol, mal conformados o débiles, que se salen totalmente del propósito y que finalmente representan un riesgo para el logro de los objetivos por los que fue seleccionado el paraje.

Para la selección de individuos superiores es necesario que estos cuenten con producción de semillas, deben ser dominantes, sanos y vigorosos. Se evalúa con fines de conservación, restauración y económicos.



*Figura 3: Esquema de los diferentes tipos o clases de individuos a clasificar con fines económicos en los predios forestales. (Morales, 2009).*

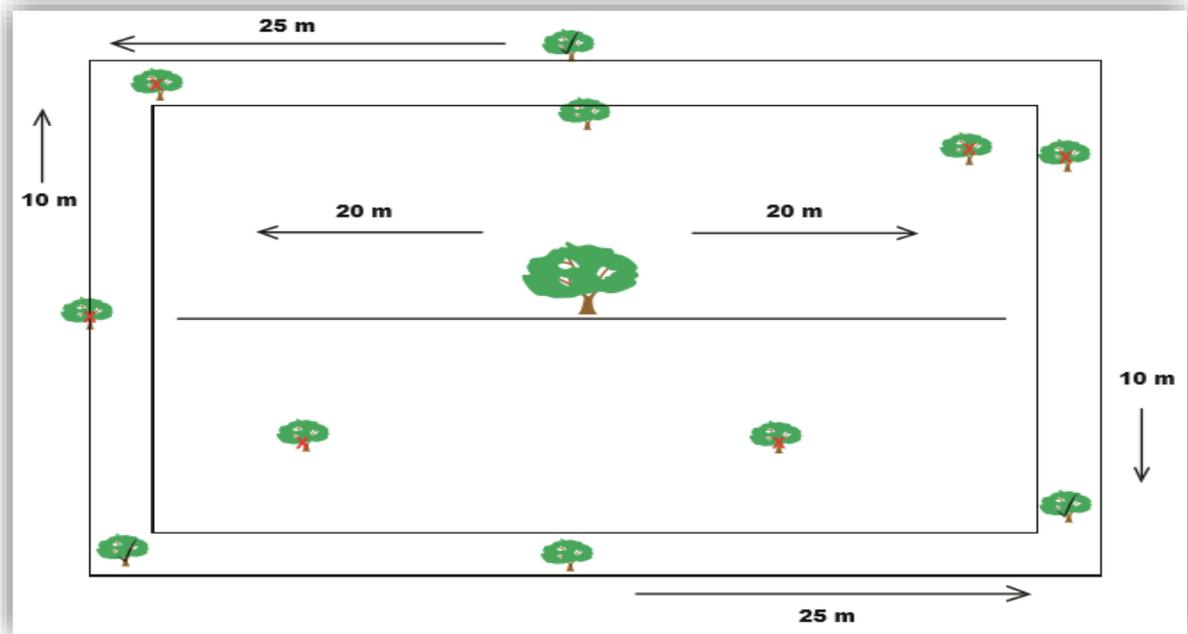


Figura 4: Ejemplo de un sitio de muestreo con la aplicación de la NMX 169. (SEMARNAT-CONAFOR, 2013).

### 8.2.1. Selección de los árboles semilleros

Se seleccionaron 56 árboles de la población cuya separación mínima fue de 20 metros para evitar parentesco, sanos y con características fenotípicas deseables, tomando en cuenta buenos parámetros en cuanto a:

- a) Diámetro de altura de pecho
- b) Diámetro de copa
- c) Altura
- d) Fuste limpio
- e) Edad.

Los árboles seleccionados fueron de categoría 1 y 2 a si también se logró seleccionar dentro de la población 3 árboles superiores. Se marcaron del 1 al 56 y se elaboró un croquis de ubicación de dichos árboles en el sitio de estudio, se cargó en un SIG los puntos obtenidos en campo, estos se deben cargar en capa o cobertura (shape file) de la UPGF. El presente proceso servirá para obtener el número de individuos que tienen 20 y 50 m entre sí dentro de un polígono (UPGF),

considerando lo anterior, es necesario determinar en las UPGF cuántas familias existen, para tener una idea de la diversidad genética presente en ella.

### **8.3. Materiales para la colecta de germoplasma**

Con base en la NMX-AA-169-SCFI-2016, para realizar la recolección del germoplasma en la UPGF Coapilla se contó con lo siguiente:

- Un equipo de recolección de germoplasma forestal (espuelas, escaleras, grúas, bambuelos, pedal).
- Un equipo de protección y seguridad para el personal operativo
- Recipientes para el transporte del germoplasma de las UPGF hacia los Centros de Acopio y Beneficio de Germoplasma Forestal (CABGF).
- Durante la recolecta se debe contar con la copia de la documentación oficial que autoriza el aprovechamiento (remisiones, oficios de autorización).
- La recolección es del total de los individuos marcados que fueron seleccionados para su aprovechamiento.
- El germoplasma debe estar sin daños aparentes por plagas y enfermedades y envasarse después de su recolección, ya sea en recipientes permeables y limpios (costales, rejas, cajas y botes abiertos que no tengan residuos sólidos y/o líquidos).
- Portar en los recipientes invariablemente una ficha técnica de procedencia del germoplasma forestal, que contenga entre otra información el nombre de la zona de movimiento de germoplasma forestal en donde se ubica la UPGF.

### 8.3.1. Análisis de cono

Una vez recolectado los conos de los árboles semilleros seleccionados se procedió a examinarlos aplicando el método de muestreo aleatorio simple, para obtener una muestra representativa de cada árbol semillero seleccionado y poder determinar los datos de longitud y diámetro.

Fórmula del muestreo aleatorio simple Para determinar el tamaño de muestra (Mendenhall, 1990):

$$n = \frac{No^2}{(N - 1) \left(\frac{\beta^2}{4}\right)} + \sigma^2$$

Donde:

n = tamaño de muestra

N = número de elementos de la población

$\sigma$  = varianza

$\beta$  =error de la estimación (0.25 cm)

Una vez obtenida las muestras representativas de cada árbol seleccionado se prosiguió a realizar las mediciones usando como material un vernier digital metálico con aproximación al milímetro, dichas mediciones se tomarán de la siguiente forma:

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



*Figura 5: Medición de Longitud de Conos*

Fuente: Elaboración propia.

2.- El diámetro de los conos se obtuvo tomando dos medidas perpendiculares entre sí en la parte más gruesa del cono según lo recomendado por Bramlett(1977).



*Figura 6: Medición de Diámetro de Conos*

Fuente: Elaboración propia.

#### 8.4. Producción de semilla

Para obtener los datos de rendimientos de producción de semillas en la UPGF Coapilla, en la época de recolecta se registró el número de frutos colectados por individuo (sin cosechar los de la parte de hasta abajo, ya que no son de muy buena calidad genética porque existe mayor probabilidad de autopolinización) y mínimo el 2% del total de individuos en edad reproductiva, para ser representativo del predio; y al beneficiar los frutos se anotó el peso y número de semillas, la cantidad de semillas por fruto.



*Figura 7: Peso de semillas por fruto*

Fuente: Elaboración propia.

Así se estimó la cosecha de semillas por individuo, y multiplicando la producción de semillas por individuo con el total de individuos por hectárea en promedio considerando las distancias mínimas entre individuos seleccionados definidas en la NMX-AA-169-SCFI-2016, obteniendo un estimado de producción.

Todas las actividades descritas anteriormente para recabar la información en la UPGF Ejido Coapilla nos permitió cumplir los objetivos del proyecto evaluado principalmente el análisis de producción para abastecer las necesidades de planta a los programas de reforestación y el mejoramiento genético forestal brindando plantas de excelente calidad con fines de conservación y protección.

## 9. RESULTADOS

### 9.1. Selección de Árboles

Dentro de la UPGF Ejido Coapilla, se tiene una selección de árboles con características fenotípicas deseables, en la población de la especie *Pinus tecunumanii* logrando seleccionar 26 árboles “categoría 1”, 27 árboles “categoría 2” y 3 árboles “superiores”, obteniendo un total de 56 árboles seleccionados.

La ubicación de los 56 árboles totales, georreferenciados por categorías dentro del predio Ejido Coapilla, Chiapas se plasman en el siguiente mapa.

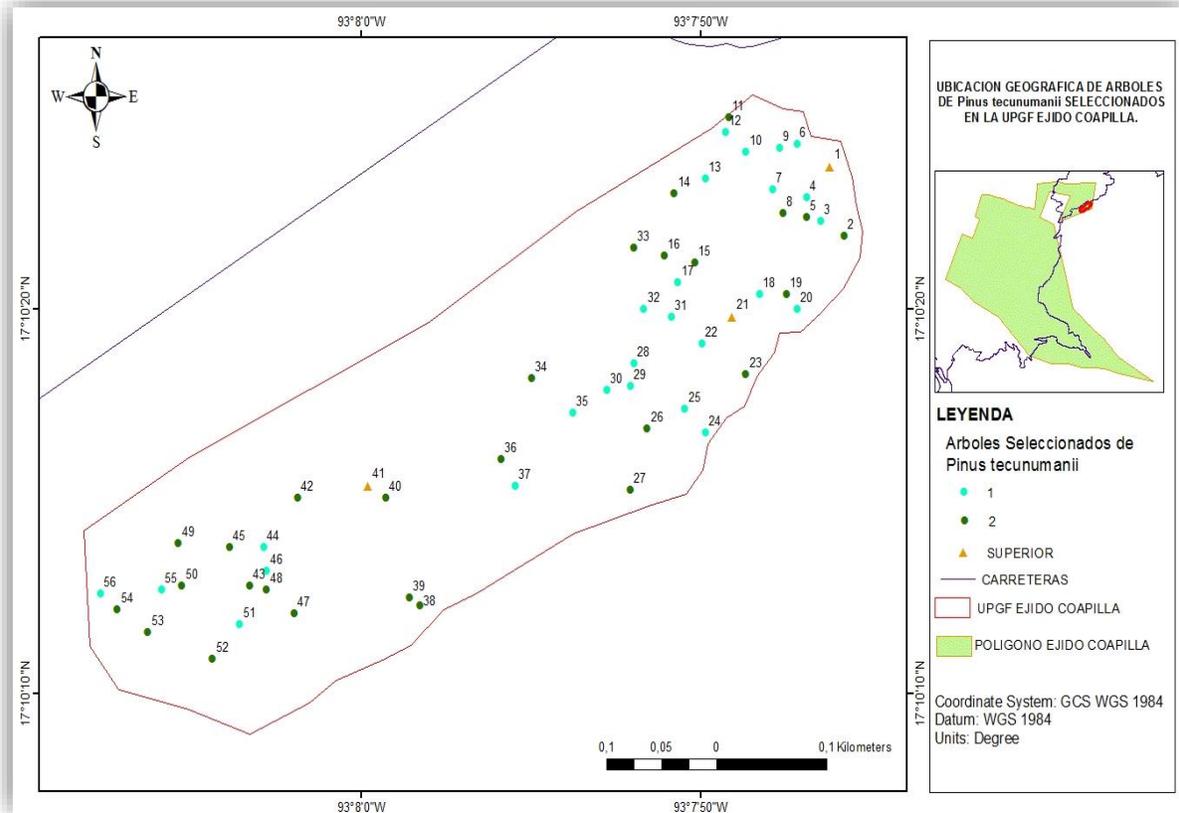


Figura 8: Ubicación de los árboles seleccionados en la UPGF Ejido Coapilla, Coapilla, Chiapas

Fuente: Elaboración propia

Para los resultados obtenidos de la evaluación de las características de los arboles tipo 1, 2 y superiores en la unidad productora de germoplasma forestal Ejido Coapilla se registraron en la siguiente tabla:

*Tabla 2: Registro de Árboles Categoría 1, 2 y Superiores en la Unidad Productora de Germoplasma Forestal Ejido Coapilla, Coapilla, Chiapas.*

<b>Datos Obtenidos en Campo</b>										
No.	Especie	DAP (cm)	Diám. Copa (m)	Altura (m)	Fuste limpio	Edad (años)	Lat. (N)	Long. (W)	Altitud (m.s.n.m)	Clase*
1	P. tecunumanii	70.6	4.7	38.2	29.8	46	17°10'23.7"	93°07'46.2"	1991	SUPERIOR
2	P. tecunumanii	90.1	4.2	46.6	23.7	38	17°10'21.9"	93°07'45.8"	1941	2
3	P. tecunumanii	92.0	5.4	43.6	26.5	36	17°10'22.3"	93°07'46.5"	1948	1
4	P. tecunumanii	73.1	3.8	39.3	22.2	50	17°10'22.9"	93°07'46.9"	1967	1
5	P. tecunumanii	74.0	6.0	39.9	24.6	50	17°10'22.4"	93°07'46.9"	1979	2
6	P. tecunumanii	83.3	5.3	33.3	23.3	50	17°10'24.3"	93°07'47.2"	2046	1
7	P. tecunumanii	77.8	6.3	37.6	23.7	53	17°10'23.1"	93°07'47.9"	2001	1
8	P. tecunumanii	72.4	6.4	34.3	20.1	48	17°10'22.5"	93°07'47.6"	1997	2
9	P. tecunumanii	63.0	3.9	36.7	25.6	48	17°10'24.2"	93°07'47.7"	2003	1
10	P. tecunumanii	98.5	6.0	38.1	20.1	47	17°10'24.1"	93°07'48.7"	1996	1
11	P. tecunumanii	68.0	3.3	39.7	23.1	45	17°10'25.0"	93°07'49.2"	2003	2
12	P. tecunumanii	67.0	6.2	38.9	24.2	43	17°10'24.6"	93°07'49.3"	2010	1
13	P. tecunumanii	67.2	5.1	37.6	22.8	43	17°10'23.4"	93°07'49.9"	1992	1
14	P. tecunumanii	108.5	6.9	39.8	22.5	49	17°10'23.0"	93°07'50.8"	1995	2
15	P. tecunumanii	56.0	6.0	37.8	20	39	17°10'21.2"	93°07'50.2"	1992	2
16	P. tecunumanii	36.4	4.8	25.2	21	42	17°10'21.4"	93°07'51.1"	1959	2
17	P. tecunumanii	62.3	5.4	36.2	20.9	41	17°10'20.7"	93°07'50.7"	2011	1
18	P. tecunumanii	98.0	6.9	39.8	23.1	41	17°10'20.4"	93°07'48.3"	1906	1
19	P. tecunumanii	64.1	5.5	34.3	17.8	43	17°10'20.4"	93°07'47.5"	1964	2
20	P. tecunumanii	75.8	6.3	39.1	21.7	40	17°10'20.0"	93°07'47.2"	1964	1
21	P. tecunumanii	71.6	5.0	40	22	38	17°10'19.8"	93°07'49.1"	1958	SUPERIOR
22	P. tecunumanii	66.8	4.2	38.7	26.3	41	17°10'19.1"	93°07'50.0"	1980	1
23	P. tecunumanii	55.5	4.8	36.7	21.3	39	17°10'18.3"	93°07'48.7"	1925	2
24	P. tecunumanii	56.1	6.1	39.7	29.6	42	17°10'16.8"	93°07'49.9"	1954	1
25	P. tecunumanii	62.5	5.1	39.9	26.5	37	17°10'17.4"	93°07'50.5"	1966	1
26	P. tecunumanii	84.1	6.5	34.5	29.6	42	17°10'16.9"	93°07'51.6"	1926	2
27	P. tecunumanii	64.1	5	38.7	21.5	40	17°10'15.3"	93°07'52.1"	1929	2
28	P. tecunumanii	70.3	6.3	36.5	27.6	41	17°10'18.6"	93°07'52.0"	1968	1

29	P. tecunumanii	97.7	5.7	39.1	24.3	43	17°10'18.0"	93°07'52.1"	1923	1
30	P. tecunumanii	68.8	6	39.8	24.3	42	17°10'17.9"	93°07'52.8"	1908	1
31	P. tecunumanii	69.8	6.1	36.7	28.2	42	17°10'19.8"	93°07'50.9"	1973	1
32	P. tecunumanii	79.0	5.6	37.3	26	43	17°10'20.0"	93°07'51.7"	1940	1
33	P. tecunumanii	74.5	4.2	39.8	28.5	42	17°10'21.6"	93°07'52.0"	1970	2
34	P. tecunumanii	74.0	4.9	33.2	24.2	44	17°10'18.2"	93°07'55.0"	1948	2
35	P. tecunumanii	74.3	4.5	38.3	25.4	42	17°10'17.3"	93°07'53.8"	1958	1
36	P. tecunumanii	54.5	5.2	36.5	23.1	41	17°10'16.1"	93°07'55.9"	1943	2
37	P. tecunumanii	53.0	4	39.2	23.8	39	17°10'15.4"	93°07'55.5"	1931	1
38	P. tecunumanii	69.5	3.9	35.2	24.6	42	17°10'12.3"	93°07'58.3"	1985	2
39	P. tecunumanii	53.0	3.3	34.8	25.3	40	17°10'12.5"	93°07'58.6"	1933	2
40	P. tecunumanii	66.2	6	40.1	27.2	41	17°10'15.1"	93°07'59.3"	1954	2
41	P. tecunumanii	71.6	5.2	43.2	26	43	17°10'15.4"	93°07'59.8"	1944	SUPERIOR
42	P. tecunumanii	52.5	3.4	38.5	30	42	17°10'15.1"	93°08'01.9"	1956	2
43	P. tecunumanii	58.2	4	33.5	29.9	44	17°10'12.8"	93°08'03.3"	1971	2
44	P. tecunumanii	62.8	3.8	37.6	29.3	45	17°10'13.8"	93°08'02.9"	1910	1
45	P. tecunumanii	82.7	5.3	34.3	27.1	43	17°10'13.8"	93°08'03.9"	1958	2
46	P. tecunumanii	57.9	4.6	36.9	28.4	40	17°10'13.2"	93°08'02.8"	1954	1
47	P. tecunumanii	52.4	5.1	36.2	24.7	39	17°10'12.1"	93°08'02.0"	1932	2
48	P. tecunumanii	54.3	3.5	34.4	25.3	32	17°10'12.7"	93°08'02.8"	1960	2
49	P. tecunumanii	75.4	5.3	35	29.5	38	17°10'13.9"	93°08'05.4"	1948	2
50	P. tecunumanii	81.2	5.9	36.9	28.7	36	17°10'12.8"	93°08'05.3"	1935	2
51	P. tecunumanii	54.3	6.3	33.8	27	40	17°10'11.8"	93°08'03.6"	2020	1
52	P. tecunumanii	62.8	5.5	35.3	23.5	43	17°10'10.9"	93°08'04.4"	1974	2
53	P. tecunumanii	69.4	5.9	34.8	26.1	41	17°10'11.6"	93°08'06.3"	1953	2
54	P. tecunumanii	62.2	5.5	36.1	28.2	43	17°10'12.2"	93°08'07.2"	1949	2
55	P. tecunumanii	69.5	5	37.1	25.2	42	17°10'12.7"	93°08'05.9"	1940	1
56	P. tecunumanii	50.0	4.4	35.3	27.9	34	17°10'12.6"	93°08'07.7"	1943	1

Para los arboles seleccionados respecto a sus características evaluadas se encontró lo siguiente:

**Arboles tipo 1:** Son excelentes, rectos, sin bifurcaciones, pocas ramas gruesas en el tercio superior, copa circular, libres de plagas y a un rango de edad de 42.5 años.

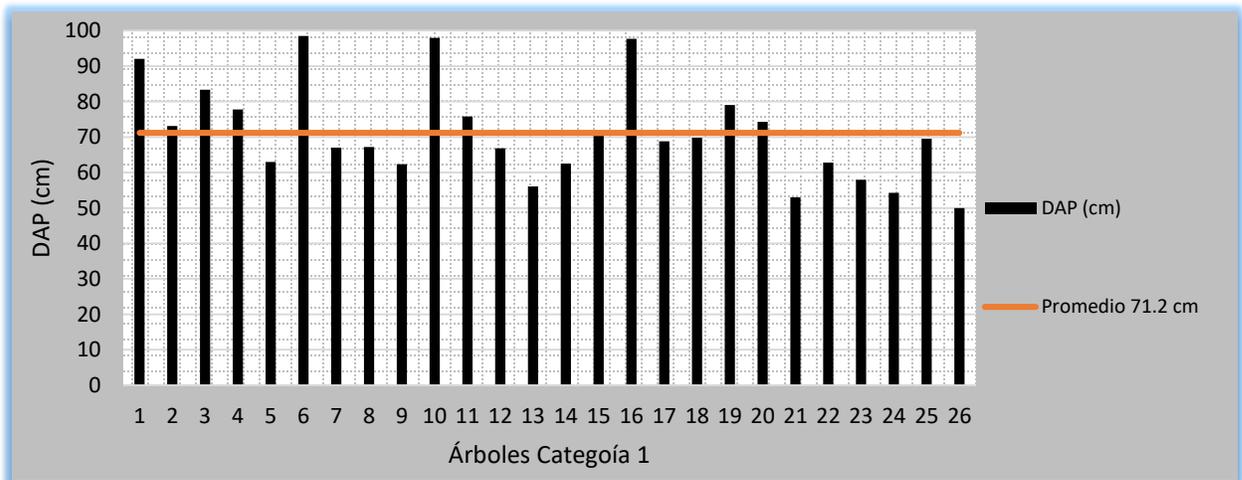


Gráfico 1: Diámetro de altura de pecho árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

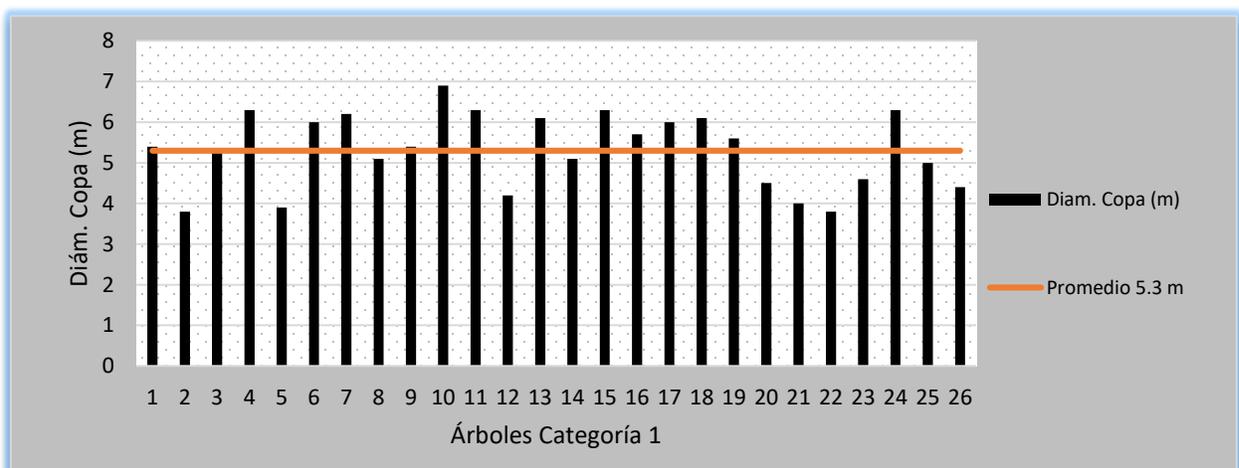


Gráfico 2: Diámetro de copa de árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

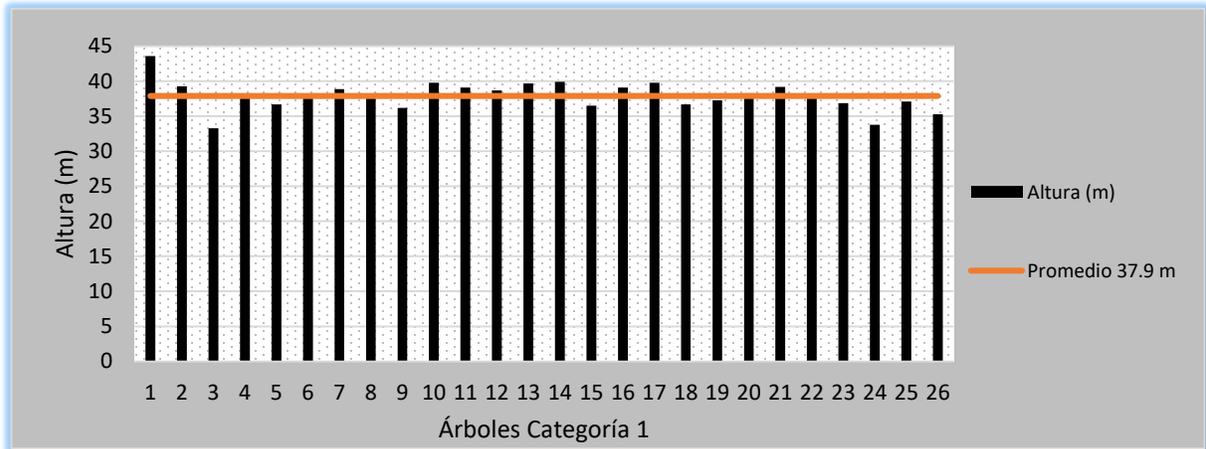


Gráfico 3: Altura de árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

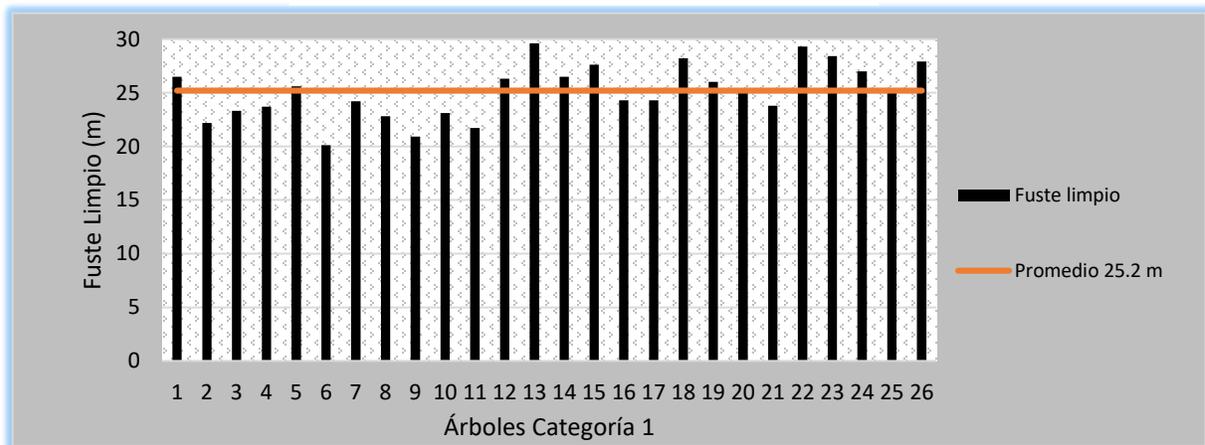


Gráfico 4: Fuste limpio de árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

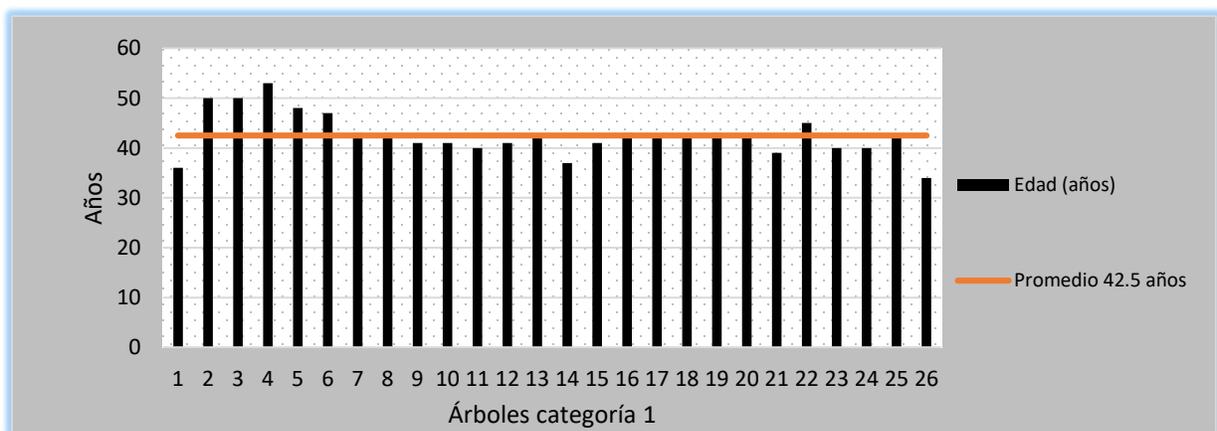


Gráfico 5: Edad de árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

**Arboles tipo 2:** Son buenos, ligeramente torcidos, bifurcaciones, pocas ramas gruesas y delgadas, copa medio circular, libres de plagas.

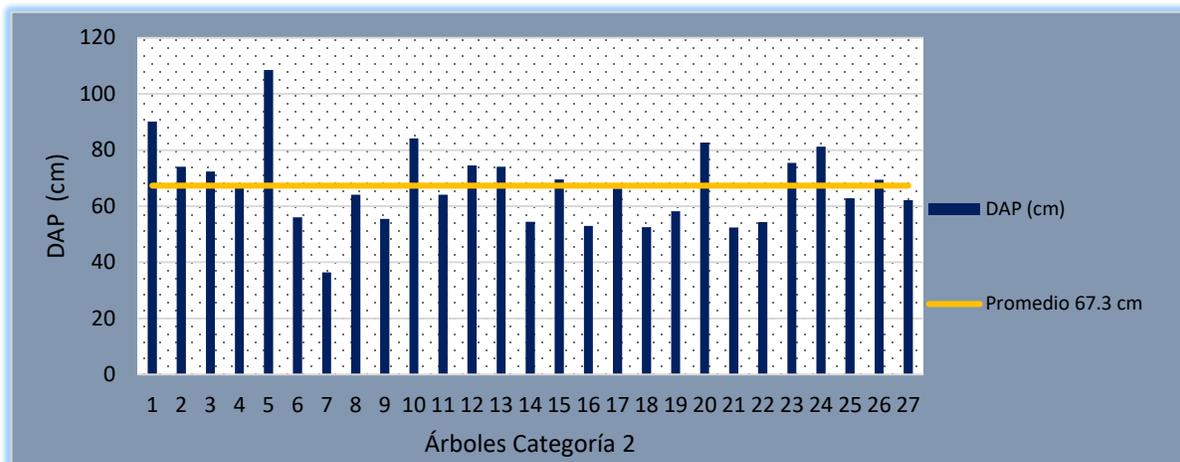


Gráfico 6: Diámetro de altura de pecho de árboles categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

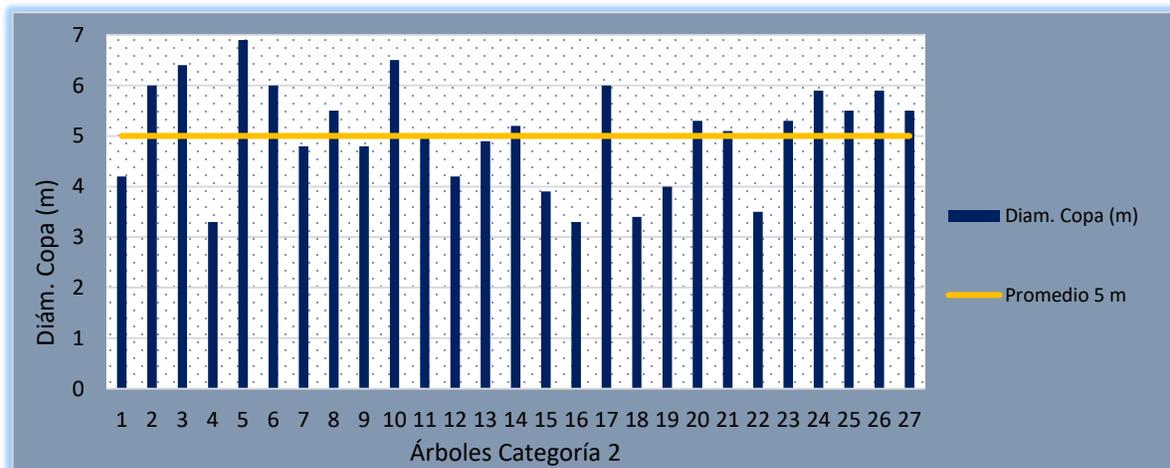


Gráfico 7: Diámetro de copa de árboles categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

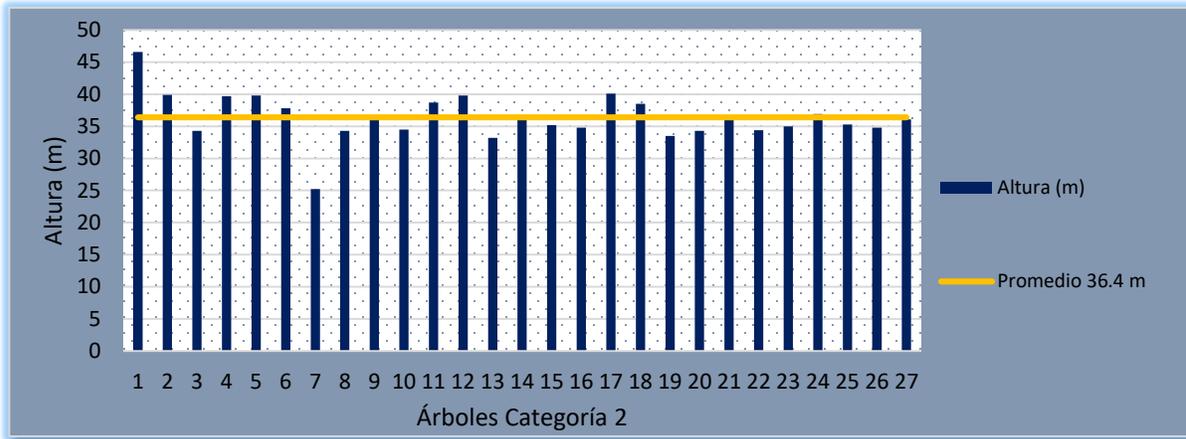


Gráfico 8: Altura de árboles categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

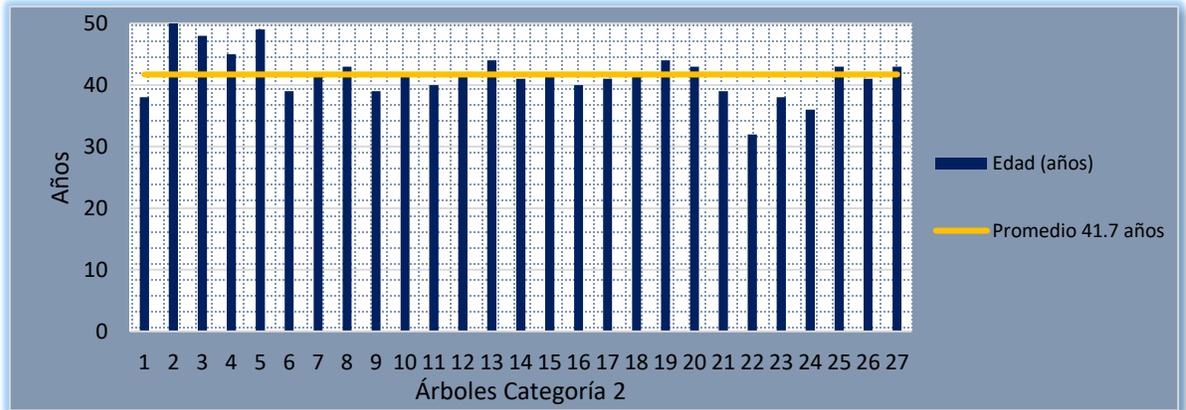


Gráfico 9: Fuste limpio de árboles categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

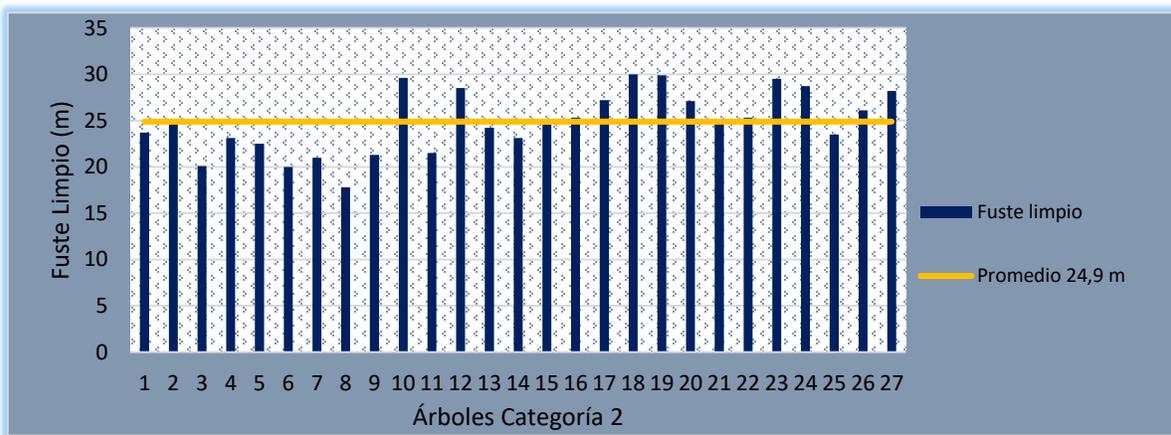


Gráfico 10: Edad de árboles categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

**Arboles superior:** Son sobresalientes respecto a los demás existentes de la misma especie, con edades iguales a su promedio (Gráfico 11).

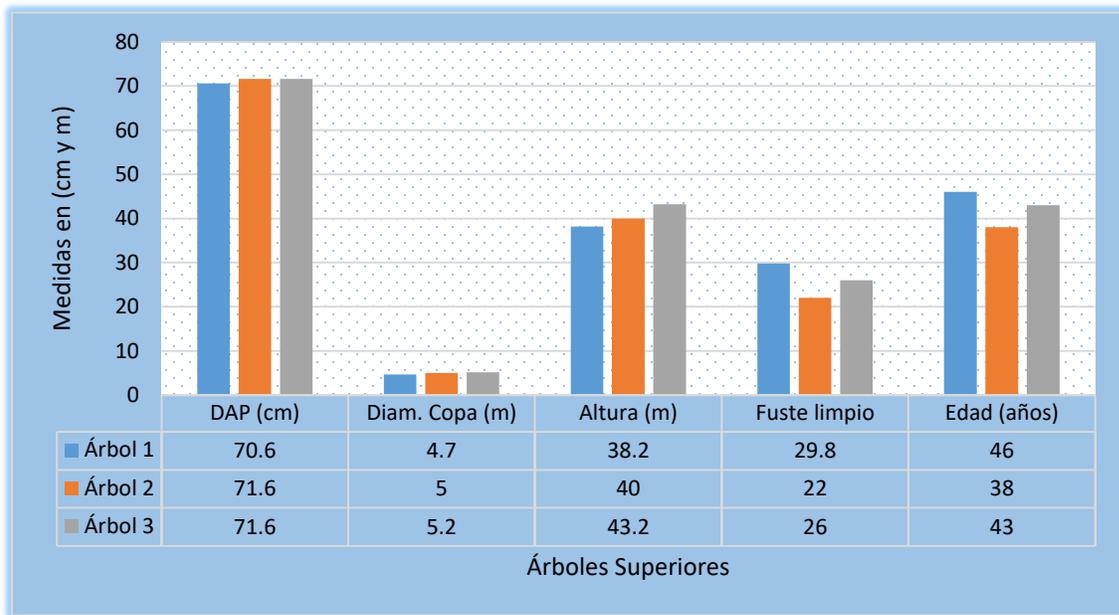


Gráfico 11: Características de árboles superiores.

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a los resultados generales encontrados para los arboles categoría 1, 2 y superiores se plasman en el (gráfico 12) donde el promedio de los arboles superiores tiende a tener las características más sobresalientes respecto a los arboles categoría 1 y 2.

1.- Los arboles superiores alcanzan una altura de 43.2 metros mientras que los de categoría 1 y 2 rondan en los 38-40 metros.

2.- Para fuste limpio los superiores tienden a llegar a los 26 metros, evitando malformaciones en la madera a una altura adecuada, sin embargo, los de categoría 1 y 2 llegan a los 25 metros a un metro de diferencia que los superiores.

3.- Respecto al diámetro de copas, edad y diámetro de altura de pecho para los 3 tipos de árboles oscilan a valores iguales.

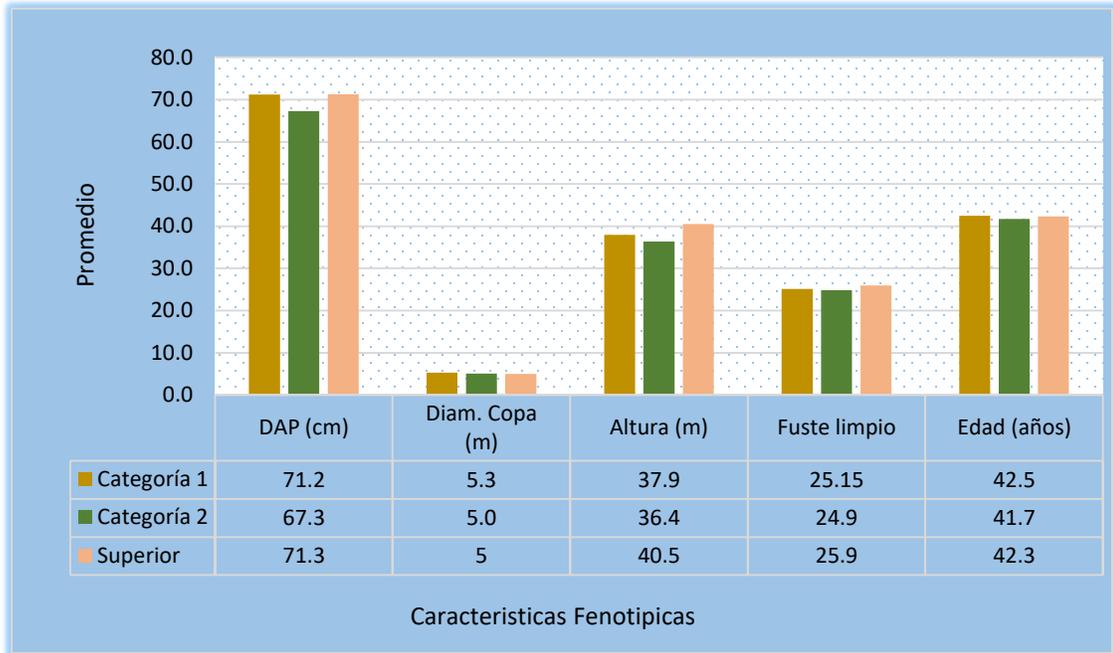


Gráfico 12: Promedios de las características de árboles categoría 1,2 y superiores.

Fuente: Elaboración propia

## 9.2. Medición de longitud y diámetro de conos

Para la medición de longitud y diámetros de los conos colectados de los arboles categoría 1 y 2 se tomó una muestra representativa aplicando una selección aleatoria, donde se tomó 10 árboles por categoría. Para los superiores se tomaron en cuenta los 3 árboles seleccionados.

El número de conos muestreados por árbol fueron 10, los promedios que se obtuvieron para cada árbol seleccionado por categoría fueron los siguientes:

### Arboles categoría 1:

1.- En el (gráfico 13) se observa que existieron diferencias entre los 3 tipos de conos para los 10 árboles categoría 1, en cuanto a la longitud de los conos grandes se tienen valores arriba de los 6 cm siendo el mayor 6.57, para los conos medianos se tuvieron valores por arriba de 5 siendo el mayor 5.68 y para los conos pequeños la mayoría fueron por arriba de 4, pero se tuvo un dato atípico de 3.8 para el árbol 1 siendo el menor.

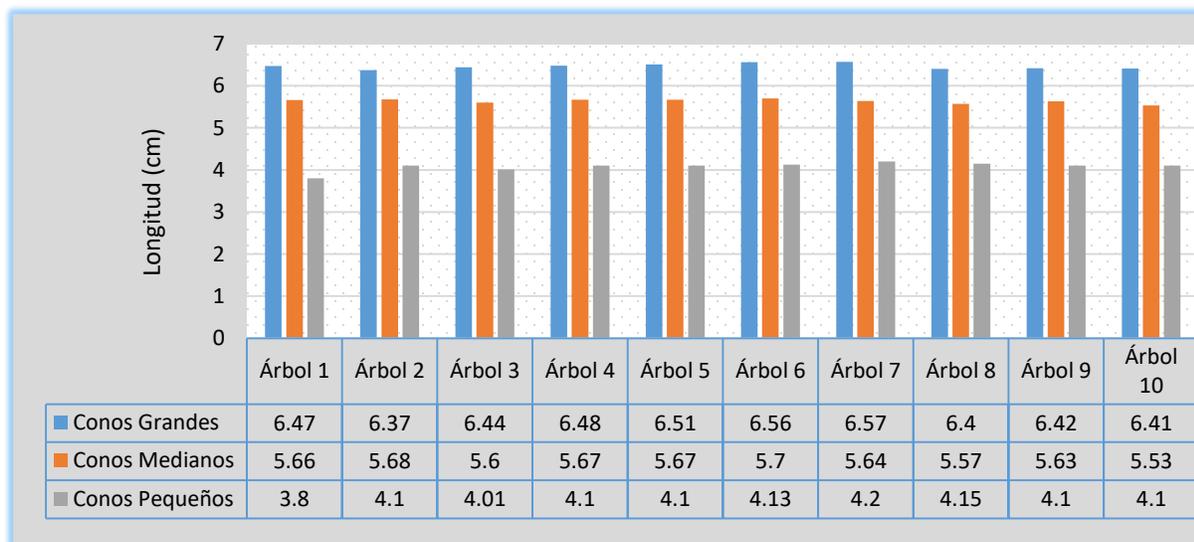


Gráfico 13: Longitud de conos de árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

2.- En el (gráfico 14) se observa que existieron diferencias entre los 3 tipos de conos para los 10 árboles categoría 1, en cuanto al diámetro de los conos grandes se tienen valores arriba de los 3 cm siendo el mayor 3.2, para los conos medianos se tuvieron valores por arriba de 2 siendo el mayor 2.23 y para los conos pequeños sus valores fueron por arriba de 1 siendo el mayor 1.76.

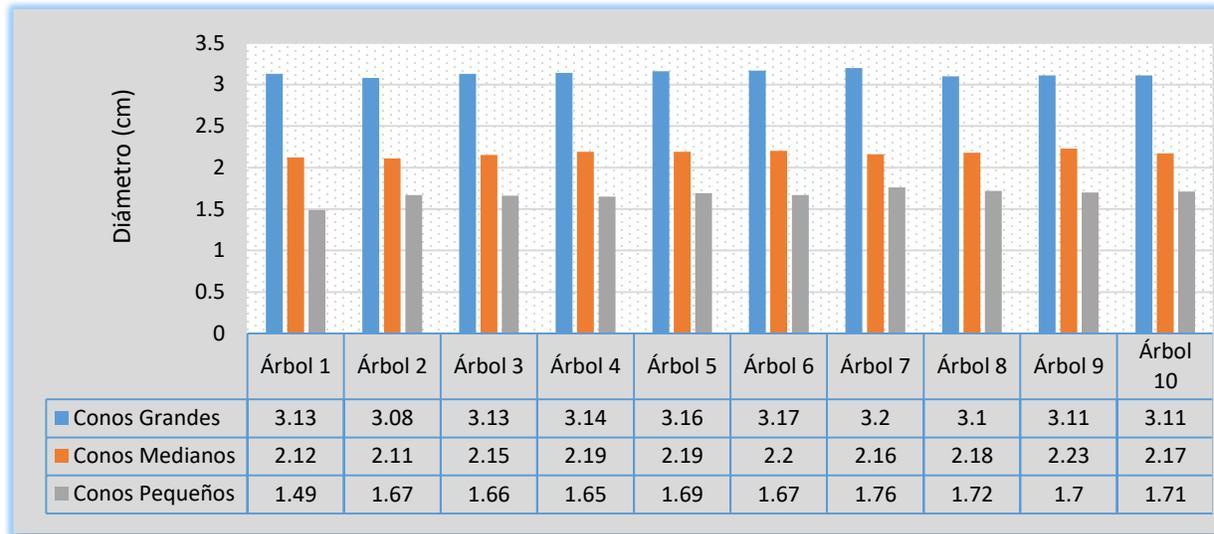


Gráfico 14: Diámetro de conos árboles categoría 1.

Fuente: Elaboración propia

### Árboles categoría 2:

1.- En el (gráfico 15) se observa que existieron diferencias entre los 3 tipos de conos para los 10 árboles categoría 2, en cuanto a la longitud de los conos grandes se tienen valores arriba de los 6 cm siendo el mayor 6.39, para los conos medianos se tuvieron valores por arriba de 5 siendo el mayor 5.63 y para los conos pequeños la mayoría fueron por arriba de 3 siendo el mayor 3.77.

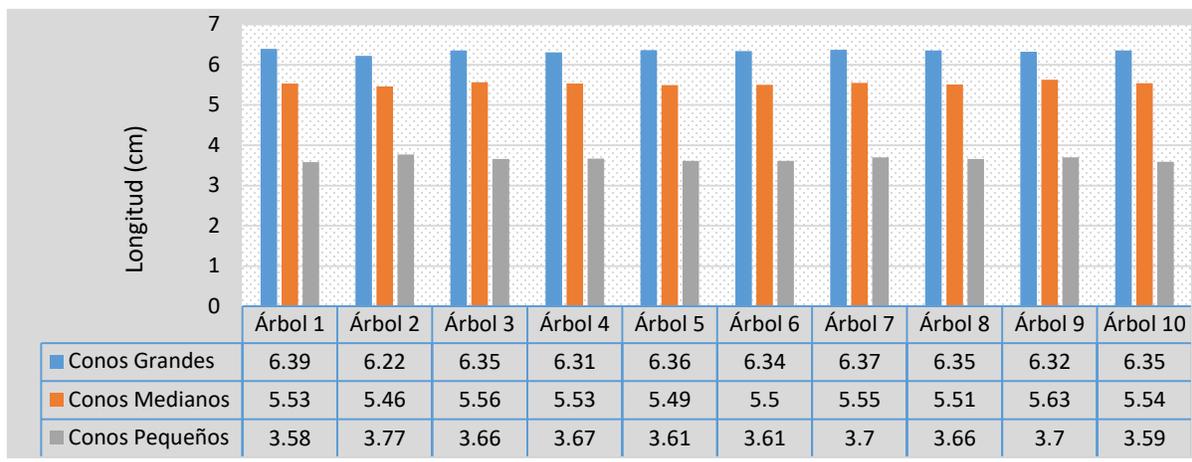


Gráfico 15: Longitud de conos árbol categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

2.- En el (gráfico 16) se observa que existieron diferencias entre los 3 tipos de conos para los 10 árboles categoría 2, en cuanto al diámetro de los conos grandes se tienen valores arriba de los 3 cm siendo el mayor 3.07, para los conos medianos se tuvieron valores por arriba de 2 siendo el mayor 2.09 y para los conos pequeños sus valores fueron por arriba de 1 siendo el mayor 1.35.

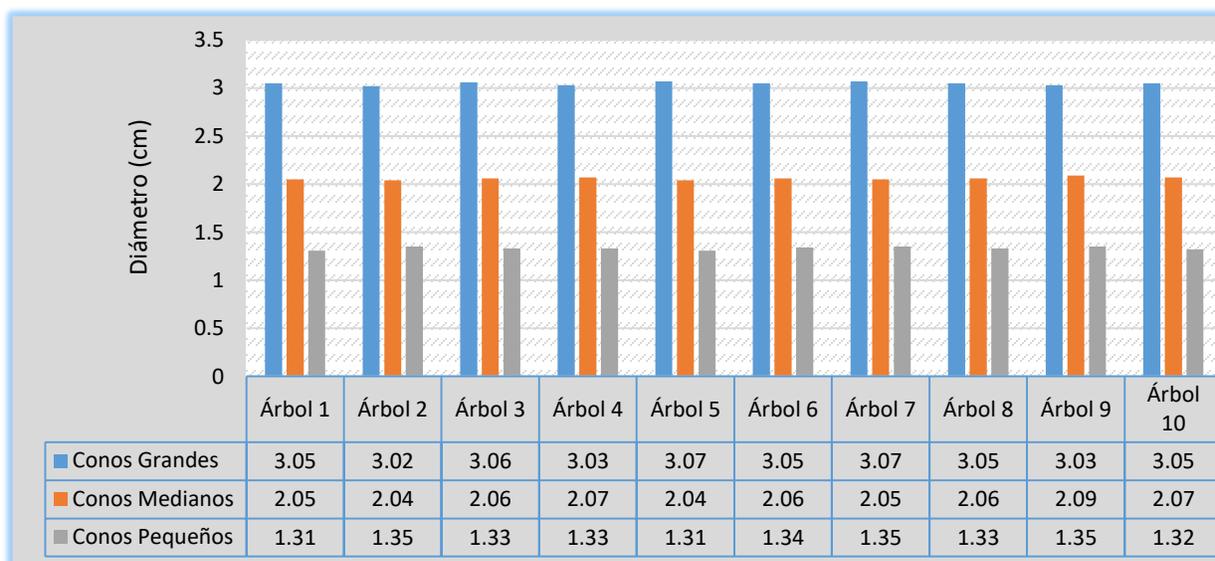


Gráfico 16: Diámetro de conos árbol categoría 2.

Fuente: Elaboración propia

## Árboles superiores:

1.- En el (gráfico 17) se observa que existieron diferencias entre los 3 tipos de conos para los 3 árboles superiores, en cuanto a la longitud de los conos grandes se tienen valores por arriba de los 6 cm, a diferencia de los árboles categoría 1 y 2 se obtuvieron valores de hasta 7 cm, para los conos medianos se tuvieron valores por arriba de 5 siendo el mayor 5.84 y para los conos pequeños la mayoría fueron por arriba de 4 siendo el mayor 4.55 a comparación de los árboles categoría 1 y 2 que alcanzaron valores por debajo de 4.

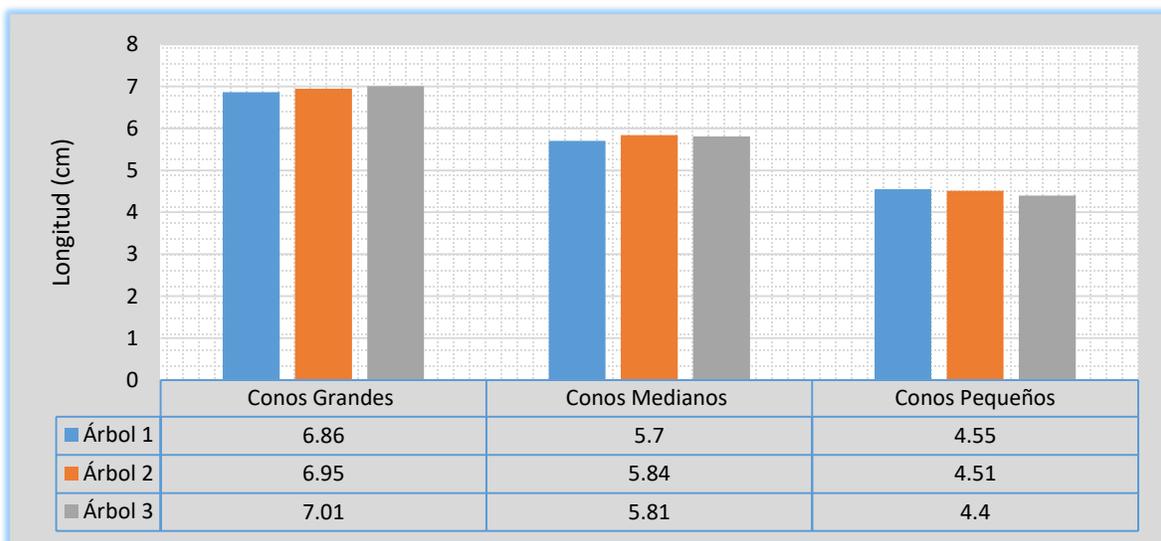


Gráfico 17: Longitud de conos de árbol superiores.

Fuente: Elaboración propia

2.- En el (gráfico 18) se observa que existieron diferencias entre los 3 tipos de conos para los 3 árboles superiores, en cuanto al diámetro de los conos grandes se tienen valores arriba de los 3 cm siendo el mayor 3.46, para los conos medianos y pequeños se tuvieron valores por arriba de 2 siendo el mayor 2.72 a diferencia de los árboles categoría 1 y 2 no se obtuvieron valores de 1 para los conos pequeños.

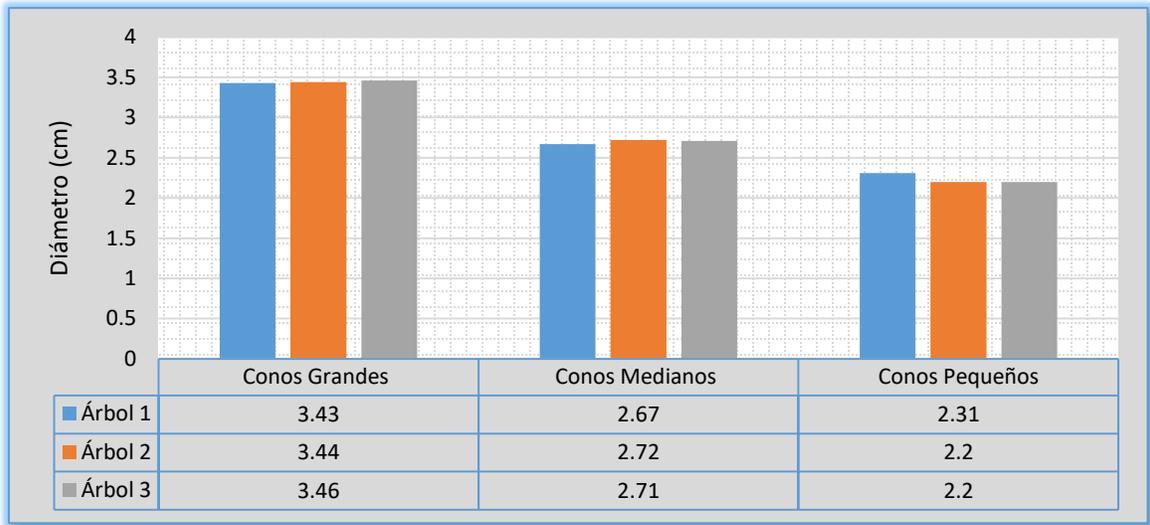


Gráfico 18: Diámetro de conos árboles superiores.

Fuente: Elaboración propia

### 9.3. Análisis de producción de semilla en la UPGF Ejido Coapilla

En la (tabla 3, 4 y 5) se representan los datos que se obtuvieron de los 56 árboles de categoría 1, 2 y superiores. Analizando para cada árbol el número de conos y número de semillas por fruto. Posteriormente se pesaron las semillas de cada fruto y se determinó la producción de semilla de cada árbol, logrando obtener el total de producción de todos los árboles seleccionados por categoría en la UPGF Ejido Coapilla.

Tabla 3: Análisis de Producción por árbol de árboles categoría 1.

N° Árbol	Conos por Árbol	N° de Semilla por Cono	Producción de Semilla por Cono (Kg)	Producción por Árbol (Kg de Semilla/Árbol)
3	415	67	0.0009	0.3735
4	369	56	0.0007	0.2583
6	368	64	0.0008	0.2944
7	380	55	0.0007	0.266
9	401	58	0.0008	0.3208
10	401	62	0.0008	0.3208
12	392	64	0.0008	0.3136
13	362	57	0.0007	0.2534
17	367	68	0.0008	0.2936
18	350	59	0.0007	0.245
20	379	64	0.0008	0.3032
22	373	61	0.0008	0.2984
24	399	58	0.0007	0.2793
25	363	54	0.0006	0.2178
28	362	56	0.0006	0.2172
29	363	63	0.0007	0.2541
30	367	67	0.0008	0.2936
31	335	66	0.0008	0.268
32	387	57	0.0007	0.2709
35	396	53	0.0005	0.198
37	378	63	0.0007	0.2646
44	399	58	0.0006	0.2394
46	389	62	0.0007	0.2723
51	397	59	0.0006	0.2382
55	356	65	0.0008	0.2848
56	370	62	0.0007	0.259
Total de semilla árboles categoría 1				7.0982

Tabla 4: Análisis de producción por árbol de árboles categoría 2.

N° Árbol	Conos por Árbol	N° de Semilla por Cono	Producción de Semilla por Cono (Kg)	Producción por Árbol (Kg de Semilla/Árbol)
2	405	60	0.0008	0.324
5	385	63	0.0008	0.308
8	405	59	0.0008	0.324
11	309	56	0.0007	0.2163
14	381	54	0.0006	0.2286
15	366	62	0.0007	0.2562
16	404	58	0.0008	0.3232
19	350	56	0.0007	0.245
23	325	60	0.0008	0.26
26	330	55	0.0006	0.198
27	306	54	0.0006	0.1836
33	335	53	0.0006	0.201
34	324	62	0.0008	0.2592
36	340	58	0.0007	0.238
38	382	61	0.0008	0.3056
39	345	59	0.0007	0.2415
40	328	56	0.0007	0.2296
42	334	53	0.0006	0.2004
43	365	57	0.0006	0.219
45	363	62	0.0009	0.3267
47	363	59	0.0007	0.2541
48	345	62	0.0008	0.276
49	402	60	0.0007	0.2814
50	265	58	0.0007	0.1855
52	279	56	0.0007	0.1953
53	297	61	0.0008	0.2376
54	317	59	0.0007	0.2219
Total de semilla árboles categoría 2				6.7397

Tabla 5: Análisis de producción por árbol superior

N° Árbol	Conos por Árbol	N° de Semilla por Cono	Producción de Semilla por Cono (Kg)	Producción por Árbol (Kg de Semilla/Árbol)
1	330	73	0.0011	0.363
21	347	69	0.0009	0.3123
41	333	76	0.0012	0.3996
Total de semilla árboles superiores				1.0749

Analizando la producción total de semillas para las 3 categorías, se obtuvo que en la UPGF Ejido Coapilla cuenta con 14.9198 kilogramos de semilla (gráfico 19) que serán destinadas para abastecer en términos de calidad y cantidad los requerimientos de germoplasma necesario para la producción de plantas destinadas a restauración forestal y plantaciones comerciales del estado de Chiapas en zonas degradadas que destine la Comisión Nacional Forestal.

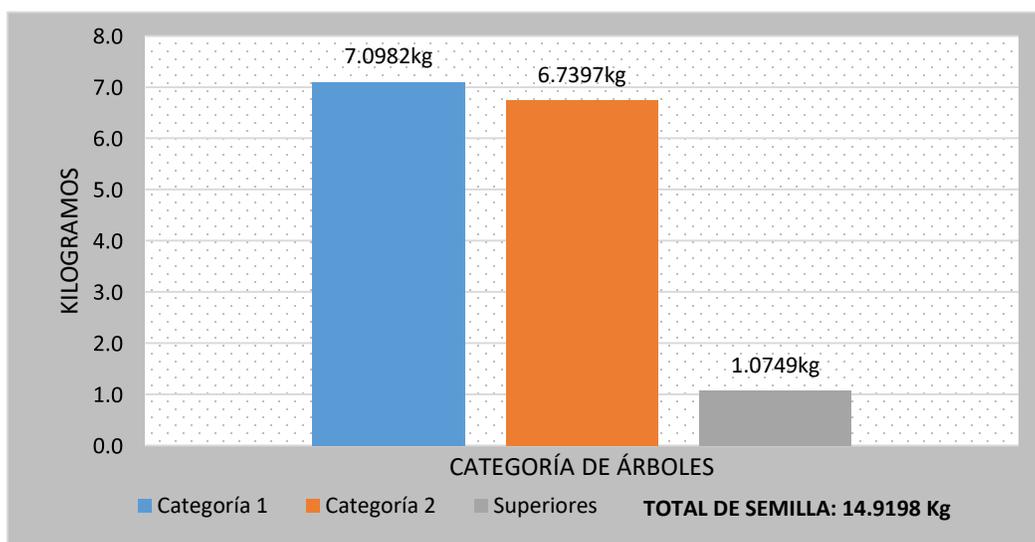


Gráfico 19: Producción de semilla de las tres categorías evaluadas de la UPGF Ejido Coapilla.

Fuente: Elaboración propia

Así también se evaluó la cantidad de semilla que hay en los 14.9198 Kg de semilla obtenidas de la UPGF Coapilla. Para ello se tomaron semillas de los 14.9198 Kg, realizando 5 repeticiones de 100 semillas por pesada, obteniendo un promedio de las 5 repeticiones como aparece en la (tabla 6). Esto se hizo para poder sacar un determinado número de semillas presentes en los 14.9198 Kg de semillas de las cuales se obtuvo un promedio de 1, 065,200 semillas.

Tabla 6: Numero de semillas en la UPGF Ejido Coapilla.

N° semillas	Kilogramos	Numero de semillas en los 14.9198 Kg
100	0.0013	<b>1,065,200</b>
100	0.0014	
100	0.0015	
100	0.0014	
100	0.0014	
Promedio	0.0014	

El aprovechamiento de los recursos forestales de México presenta retos de tipo social, ambiental y económico, que impiden alcanzar el potencial productivo óptimo, limitando la generación de empleo e ingreso de los habitantes de las zonas forestales.

La relativa capacidad de los dueños y poseedores de los recursos forestales para el manejo forestal sustentable y el deficiente aprovechamiento de los sitios de producción de germoplasma forestal, constituyen en conjunto limitantes para el potencial productivo de los bosques.

A nivel económico se observó (tabla 7) que es muy buena fuente para el ingreso de dinero, es muy factible para llevarlo a cabo y darle a conocer a los ciudadanos que cuentan con terrenos forestales para que puedan aprovechar ese recurso sustentable ayudándose ellos mismo como al medio ambiente.

Tabla 7: Presupuesto de la producción de semilla en la UPGF Ejido Coapilla.

Semilla	Precio (\$)
1 Kilogramo de semilla	\$ <b>5,000.00</b>
14.9198 Kilogramos de semilla UPGF Ejido Coapilla	\$ <b>74,564.00</b>
Presupuesto para la colecta	
Colector Escalador	\$ <b>300.00</b>
Ayudante (Jornalero)	\$ <b>150.00</b>
Sueldo para colectar 2 árboles al día	\$ <b>450.00</b>
Total de árboles a colectar 56 árboles	
Presupuesto	\$ <b>12,600.00</b>

## 10. DISCUSIÓN

En cuanto las variables evaluadas del *Pinus tecunumanii* de la UPGF Ejido Coapilla vemos que tiene similitud en algunos estudios realizados en Nicaragua (Quispe, 2015), donde menciona que las mejores áreas de producción de *Pinus tecunumanii* se encuentran en Yucúl, sobre una extensión de 337 ha; con la cual se reconoció el alto potencial genético y productivo. Los árboles en esta zona, tienen alturas de 40 a 55 m, diámetro de 50 a 120 cm, edad que ronda entre 30 y 50 años, con buen crecimiento en altitudes que varían de 1500 a 2600 msnm, precipitación de 1,800 a 2,400 mm y temperatura de 12 a 22 °C, (Quispe, 2015). En la UPGF Ejido Coapilla tienen altura de 35 a 40 m, Diámetro altura de pecho 50 a 108 cm, Edad de 40 a 45 años, altitud que varían de 1910 a 2020 msnm.

Márquez (2007) Pudo observar que existieron diferencias entre árboles en cuanto a la longitud y diámetro de conos, ya que encontró conos desde 76 hasta 120 mm de longitud y diámetro 48 mm, algunas publicaciones de la SEMARNAT refieren que el norte del país los conos de *Pinus pseudostrobus* Lindl. Alcanzan a medir entre 12 y 16 cm, Moreno (1983) menciona tamaños de 7 a 14 cm. En la población estudiada en cuanto a longitud de conos categoría 1 rondan por arriba de 6.46 cm y diámetro 3.13 cm, categoría 2 arriba de 6.30 cm y diámetro 3.05 cm, los superiores por arriba de 6.80 cm y diámetro 3.43 cm en lo que es conos grandes con lo que puede interpretarse que la categoría y las condiciones ambientales pueden ser determinantes en el tamaño de conos de esta especie.

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

De acuerdo con la FAO, 85.7 millones de hectáreas que corresponden al 44.9% del territorio mexicano presentan algún nivel de degradación (SEMARNAT-CONAFOR 2019). De manera similar, la Secretaría del Medio Ambiente y recursos Naturales (SEMARNAT) estima que la degradación de los suelos afecta casi 90 millones de hectáreas (SEMARNAT- CONAFOR 2019).

En México, se requiere germoplasma para producir cerca de 200 millones de plantas anuales, con las cuales se reforestan aproximadamente 180,000 ha anuales (SEMARNAT-CONAFOR, 2013).

La meta del 2019 fue en producir 82.57 millones de plantas, de los convenios firmados en el año inmediato anterior y se contó con el apoyo de 18 Unidades Productoras de Germoplasma Forestal para acciones de mantenimiento; así como la adquisición de 500 kg de semilla forestal.

En cuanto nuestro resultado que se obtuvo en la UPGF Ejido Coapilla, cuenta con 14.9198 Kg de semilla que serán otorgadas a CONAFOR para producción de planta es un pequeño aporte para cubrir la demanda ya que se calculó que dentro de los 14.9198 Kg hay un aproximado de 1,065,200 semillas.

## 11. CONCLUSIONES

Dentro de la UPGF Ejido Coapilla Chiapas se lograron encontrar 56 árboles con buenas características fenotípicas, principalmente 26 árboles categoría 1, 27 árboles categoría 2 y 3 árboles superiores. Dentro de las 5 características evaluadas los superiores fueron más predominantes respecto a los arboles categoría 1 y 2.

En cuanto a los conos colectados se observa que si existieron diferencias entre longitud y diámetro para las 3 categorías de árboles seleccionados. El número de conos fue menor en los arboles superiores en comparación a la categoría 1 y 2, pero los superiores presentaron conos más grandes y menos pequeños a diferencia de la categoría 1 y 2.

La producción de semilla que se encontró dentro de las tres categorías de árboles fueron distintas, la categoría 1 resulto con más Kilogramos que la categoría 2, pero sin embargo las dos categorías serán utilizadas para la producción de plantas y los superiores se puede tomar como semillas para estudios de mejoramiento genético, pero lleva otros procesos más estrictos, en este caso se tomarán igual que las otras categorías para la producción de plantas que serán reforestadas en áreas degradadas.

## 12. REFERENCIAS

- Alderete, A. y Márquez, J. (2004). Variación en frutos de *Cedrela odorata* L. y determinación de su potencial y eficiencia de producción de semillas en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 6(1): 5-8.
- Alba-Landa., Aparicio-Rentería y Márquez, J. (2003). Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus Hartwegii* lindl de dos poblaciones de México. *Foresta Veracruzana*. 5(1):25-28.
- Alba-Landa y Márquez, J. (2006). Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus* oaxacana Mirov de Los Molinos, Perote, Veracruz. *Foresta Veracruzana*. 8(1):31-36.
- Alba-Landa., Mendizábal-Hernández y Márquez, J. (2001). Comparación del potencial de producción de semillas de *Pinus* oaxacana Mirov de dos cosechas en Los Molinos, Veracruz. *Foresta Veracruzana*. 3(1):35-38.
- Alba L., J., Mendizábal, H. L., y Márquez, R. J. 1994. Avances del mejoramiento genético en el estado de Veracruz. *Red Mexicana de germoplasma forestal*. PRONARE. SEMARNAT. México. p. 93- 96.
- Álvarez, R. y Márquez, L. (1998). Plagas y enfermedades de las pináceas de Durango. In: García A., A. y S. González E., eds. Pináceas de Durango. Instituto de Ecología, A.C. Xalapa, Ver. p:133-137.
- Aguirre, C y Fassbender, D. (2012). Consideraciones básicas para la selección y manejo de árboles semilleros. *En Boletín de divulgación técnica*. República Federal de Alemania. Pág. 1-8.
- Aguirre, C y Fassbender, D. (2013). *Selección de árboles Plus de siete especies forestales nativas de importancia ecológica y económica en la selva central del Perú*. Proyecto de Conservación de Bosques Comunitarios. Lima-Perú. Pág 60.
- Aparicio-Rentería, A., Juárez-Cerrillo, S. y Sánchez-Velásquez, L. (2014). Propagación por enraizamiento de estacas y conservación de árboles plus extintos de *Pinus patula* procedentes del norte de Veracruz, México. *Primavera*. 20 (1): 8596
- Arce, M. Isaza, S. (1996). Producción de semillas por cono en cuatro especies del género *Pinus* en Colombia. Informe de Investigación No. 173. Smurfit Cartón de Colombia. Cali, Colombia. 8 p.
- Balcorta-Martínez, C., y Vargas-Hernández, J. (2004). Variación fenotípica y selección de árboles. *Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 9(2), 13–19.
- Barnett, P., and Hansen, T. (1996). The Red Queen in organizational evolution. *Strategic Management Journal*, 17, 139–157.
- Barner, H. Olesen, K. and Wellendorf, H. (1988). *Clasificación y selección de Fuentes semilleras*. Nota de clase B.1. DANIDA. Dinamarca. pág. 35.
- Bramlett, I. Belcher, J. Debar, L. Hertel, D. Karrfalt, P. Lantz, W. Miller, T. Ware, D. and Yates, O. (1977). Cone analysis of southern pines. A guidebook. USDA Forest Service. General Technical Report SE 13. Atlanta Georgia. USA. 18 p.
- Bonner, T. 1993. Análisis de semillas forestales. Traducido del inglés por Dante Arturo Rodríguez Trejo. Serie de Apoyo Académico núm. 47. División de Ciencias Forestales. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 5 p.
- Bustamante-García, V., J.A. Prieto-Ruiz, R. Álvarez-Zagoya, A. Carrillo-Parra, J.J. Corral-Rivas y E. Merlín-Bermudes. 2012. Factors affecting seed yield of *Pinus engelmannii* Carr. in three seed stands in Durango state, Mexico. *Southwestern Entomologist* 37(3):351-359.
- CAMCORE (Programa Internacional para la Conservación y Domesticación de Árboles). 1995. Annual Report. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Raleigh, Carolina del Norte, EUA. 21 p.

- CAMCORE (Programa Internacional para la Conservación y Domesticación de Árboles). 2007. Boletín de noticias CAMCORE para México y Centroamérica. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Raleigh, Carolina del Norte, EUA. 1(1):6.
- Cerón, R y Sahagún, C. (2005) Un índice de selección basado en componentes principales. *Agrociencia* 39:667-677.
- Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad Conabio. (2013). La biodiversidad en Chiapas: Estudio de Estado. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad/Gobierno del Estado de Chiapas. Tuxtla Gutiérrez, Chis., México. 553 p.
- Comisión Nacional Forestal CONAFOR. (2014). Informe final de resultados del monitoreo y evaluación complementaria de los apoyos de reforestación y suelos 2012. Universidad Autónoma Chapingo. Texcoco, Edo. De Méx., México. 276 p.
- Comisión Nacional Forestal, CONAFOR. (2018). *Unidades Productoras de Germoplasma Forestal (UPGF), apoyadas*. Recuperado de: <https://www.gob.mx/conafor/prensa/certifican-en-chiapas-tres-unidadesproductoras-de-germoplasma-forestal?idiom=es>
- Contreras y Zayas, L. (2009). Análisis de conos de *Pinus oaxacana* Mirov, de una población natural ubicada en Los Molinos, Perote, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Veracruzana. 74 p.
- David, C. (2007). Evaluación de la diversidad genética de poblaciones naturales de pinus tecunumanii eguiluz & j. p. perry de nicaragua mediante el uso de marcadores rapds. para obtener el grado de Licenciado en Biología. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua unan-león, Facultad de Ciencias. León, Nicaragua. Pág. 115.
- Dvorak, S. y Donahue, K. (1992). *CAMCORE cooperative research review. 1980-1992*. Raleigh, N. C. North Carolina State University. School of Forest Resources. 93 p.
- De la Cruz, L. Mendizábal-Hernández. (2004). Variación en frutos de Swietenia macrophylla King y determinación de su potencial y eficiencia de producción de semillas en el estado de Campeche, México. *Foresta Veracruzana* 6(1): 1-4.
- Dvorak, W; Hodge G; Romero, J. 2000. *Resultado de investigación sobre el Pinus tecunumanii por la cooperativa de CAMCORE (en línea)*. US. Recuperado de: [www.fao.org/DOCREP/004/y2316s/y2316s02.htm](http://www.fao.org/DOCREP/004/y2316s/y2316s02.htm)
- Eguiluz-Piedra, T. (1982). Clima y Distribución del Género Pinus en México. *Ciencia Forestal*. 44 p.
- Flores, C. (2000). Análisis y perspectivas del mejoramiento genético de los bosques del estado de Chihuahua. *Gaceta de la Red Mexicana de Germoplasma Forestal*. 5. Agosto-octubre de 2000: 81-88. SEMARNAT. México D.F.
- Flores, F y Chavarry, L. (2005). *Guía para la selección de "Árboles plus" para tres especies forestales nativas de la región andina*.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations, FAO. (2000). *Global forest resources assessment*. (FAO Forestry Paper N° 140). Rome, Italy. 357 p.
- FAO. (1991). Guía para la manipulación de semillas forestales. Estudio 20/2. FAO/MONTES, DANIDA. Compilado por Willan R. L., Roma, Italia. p:23-48.
- Fundación Ecológica Arco Iris y ECOPAR. (2002). *Memoria del primer taller de capacitación "Introducción al tema de las semillas forestales"*. Loja.
- García, Y. Ramos, J. y Becerra, J. (2011). Semillas forestales nativas para la restauración ecológica. CONABIO. *Biodiversitas*. 94 (3): 12-15
- Gillespie, A. (1992). Pinus patula Schiede and Deppe. Patula pine. SOITF-SM-54. New Orleans, LA: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. Pág. 5.
- Grijalva, J., Checa, X., Ramos, R., Barrera, P. y Limongi, R. (2012). *Situación de los recursos Forestales-Informe País Ecuador*.

- Granhof, J. (1991). *Programación masiva de material mejorado, huertos semilleros: concepto, diseños y papel en el mejoramiento forestal*. En: Jara: L. F. (ed.) *Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales*, Turrialba, Costa Rica, vol. 14, 156 PP. Instituto Nacional de Estadística y Geografía INEGI. (2016). Marco Geoestadístico Nacional. Ver. 6. [http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m\\_geoestadistico.aspx](http://www.inegi.org.mx/geo/contenidos/geoestadistica/m_geoestadistico.aspx)
- Isaza, S. Dvorak, J. López, U. (2002). *Producción de semillas del género Pinus en huertos y rodales semilleros de Smurfit Cartón de Colombia. Informe de investigación No. 187*. Smurfit Cartón de Colombia. Cali Colombia. 9 p.
- Kanzler, A. (2002). Genotipe x environment interaction in *Pinus patula* and its implications in South Africa. Tesis doctoral. Universidad Estatal de Carolina del Norte. Departamento Forestal. Raleigh, Carolina del Norte. EUA. 229 p.
- Ledig, T., Vargas-Hernández, J., and Johnsen, H. (1998). The conservation of forest genetic resources. *Journal of Forestry*, 96(1), 31–41.
- Lombardi, Y. Nalvarte, A. (2001). Establecimiento y Manejo de Fuentes Semilleras, Ensayos de Especies y Procedencias Forestales, Aspectos Técnicos y Metodológicos. Escuela Nacional de Ciencias Forestales. "*Estudio de Crecimiento de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras (PROECEN)*". ESNACIFOR-OIMT. Coordinado por: Sandoval, C. y Ramírez, J. Tela, L. Honduras. Impresión Lithopress Industrial. Pág.: 110.
- López, J. Vargas, C. Ramírez H. y Gómez M. (2013). *Estudio sobre información básica para mejoramiento genético forestal de especies forestales prioritarias para la Restauración: Pinus patula y Pinus devoniana*. CONAFOR. 154 p.
- Lyons, A. (1956.) The seed production capacity and efficiency of red pine cones (*Pinus resinosa* Ait). *Canadas Journal of Botany* 34:27-36.
- Márquez, J. (2007). Potencial y eficiencia de producción de semillas como indicadores del manejo de pinus oaxacana mirov. Doctor en Recursos Genéticos Forestales. Instituto de Genética Forestal. Universidad Veracruzana. México. Pág. 91.
- Márquez, J. y Alba-Landa. (2003). Importancia del análisis de conos en la actividad silvícola. Memorias del 3er Simposio Internacional Sobre Recursos Naturales Bosque-Suelo Atmósfera. Noviembre 17-19. Tlaxcala, Tlaxcala. Pág. 43.
- Mendehall, S. (1990). *Elementos de muestreo*. Grupo Editorial Iberoamericana. 1819 p.
- Morales, E; Herrera, L. 2009. Informe de Identificación y Establecimiento de UPGF en el estado de Yucatán. CONAFOR. Gerencia Regional XII. Mérida, Yucatán.
- Moreno, G. (1983). Estudio de variación morfológica en *Pinus Pseudostrobus* Lindl. En 4 localidades de la Región Central de México. Tesis profesional. U.M.S.H. Uruapan, Michoacán, p 69.
- Niembro, A. (1989). Colecta y manejo de semillas forestales. Curso de mejoramiento genético. Centro de genética Forestal. México.
- Niembro, A. (1998). Estudios sobre la producción de semillas, germinación y crecimiento inicial de la caoba *Swietenia macrophylla* King. SAGER. INIFAP. Centro de Investigación Regional del Sureste. Campo Experimental Chiná. División Forestal Campeche, Campeche, México. pág. 125.
- Noland, L., Parker, C y Morneault, E. (2006). Natural variation in seed characteristics of eastern white pine (*Pinus strobus* L.). *New Forests* 32(1):87-103.
- Norma Mexicana NMX-AA-169-SCFI-2016, Establecimiento de unidades productoras y manejo de germoplasma forestal especificaciones técnicas (CANCELA LA NMX-AA-169-SCFI-2014). publicada en el Diario Oficial de la Federación, el 05 de julio de 2016.
- Núñez G. (2002). *Análisis de conos y semillas de Pinus cooperi Blanco en tres rodales naturales del estado de Durango*. Tesis de Licenciatura. Escuela de Ciencias Forestales. Universidad Juárez del Estado de Durango, Durango. Pág. 42, 48, 55.

- Ortega C., C. y Orta, G. V. 2001. *Diagnóstico de áreas y rodales semilleros y árboles superiores en el estado de Chihuahua*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Agrícolas y Pecuarias. Folleto técnico No. 16. México. 37 p.
- Ordóñez, L. (2001). Sitios de Recolección de Semillas Forestales Andinas del Ecuador. Quito: ECOPAR.
- Ordóñez, L., Cardenas, F., Flores, F., y Prado, L. (2004). *El Mejoramiento Genético Forestal – En: Manejo de Semillas Forestales Nativas de la Sierra del Ecuador y Norte del Perú. Corporación para la investigación, capacitación y apoyo técnico para el manejo sustentable de los ecosistemas tropicales (ECOPAR), Pro. Samari-Quito.*
- Ochoa, H. Márquez, R. Mendizábal-Hernández. Cruz-Jiménez. Alba, J y Ramírez-García. (2014). Potencial y eficiencia de producción de semillas de *Pinus patula* Schl. et Cham. de una prueba de progenies en Tlacolulan, Veracruz. *Foresta Veracruzana* 15 (2): 37-44.
- Owens, J. y Fernando, D. (2007). Pollination and seed production in western white pine. *Canadian Journal of Forest Research* 37(2):260-275.
- Owens, N., and Blake, D. (1995). Forest tree seed production. Victoria, Canadá. 174 p. Recuperado de <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/19992.pdf>
- Patiño, F. y Villarreal, R. (2012). Algunos conceptos para el establecimiento de áreas semilleras. *Revista mexicana de ciencias forestales*. INIFAP. pp. 16-32
- Pérez, D. Vacalla, F. Oliva, M y Tucto, A. (2014). Selección de especies forestales nativas para fuente de semillas para reforestación en molinopampa, amazonas – Perú. Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana. Pág.: 12. Recuperado de: [http://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2993/Technical/02%20ESTUDIO%20SELECCI%C3%93N.pdf](http://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2993/Technical/02%20ESTUDIO%20SELECCI%C3%93N.pdf)
- Plancarte, A. (1990). *Variación en longitud de conos y peso de semilla en Pinus greggii Engelm. de tres procedencias en Hidalgo y Querétaro*. Centro de Genética Forestal, Nota técnica No. 4 Chapingo México 6 p.
- Plancarte A. y Eguluz. P. (1991). Avances de investigación en 1990. Centro de Genética Forestal A.C. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México.
- Prieto, R y López U. (2006). Colecta de semillas forestales en el género *Pinus*. Folleto técnico núm. 28. Campo Experimental Valle del Guadiana INIFAP. Durango, Dgo. p:13-20.
- Prieto, R y Martínez A. (2006). Análisis de conos y semillas en dos áreas semilleras de *Pinus cooperi* Blanco en San Dimas, Durango. In: El Sitio Permanente de Experimentación Forestal (SPEF) "Cielito Azul" a 40 años de su establecimiento. Publicación especial núm. 23. Campo Experimental Valle del Guadiana. INIFAP. Durango, Dgo. p:15-30.
- Quispe, A. (2015). Plantaciones forestales... Semillas de *Pinus tecunumanii* "Pino rojo", consultoría ambiental, Arborizaciones F.I.R.I. Recuperado de [Pinus%20tecunumanii%20Eguluz.pdf](#)
- Ramírez, O. Márquez, J. y Hernández, O. (2007). Estudio de conos de *Pinus greggii* engelm. de una plantación en el municipio de Naolinco, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*. 9 (1): 39-44.
- Reed, M. (2004). Programa Nacional para el Manejo de los Recursos Genéticos Forestales. Comisión Nacional Forestal. Pp. 25-36.
- Rebolledo, V. Aparicio, A. y Márquez, J. (2002). Variación de conos y semillas de *Pinus hartwegii* Lindl. de La Malinche, Tlaxcala y Cofre de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*. 4 (1): 15-19
- Rodríguez-Laguna, R., Razo-Zárata, R., Juárez-Muñoz, J., Capulín-Grande, J., y Soto-Gutiérrez, R. (2012). Tamaño de cono y semilla en procedencias de *Pinus greggii* Engelm. var. *greggii* establecidas en diferentes suelos. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 35(4), 289–298.

- Sánchez-González. (2008). Una visión actual de la diversidad y distribución de los pinos de México. *Madera y Bosques*, 14(1), 107–120.
- Santos, O. (2017). Análisis temporal de la producción de semilla de 3 especies de pinus, Durango, México. Maestría en Ciencias Forestales. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales. Pág. 101.
- Sánchez, V., Mendizábal-Hernández y Rebolledo, V. (2002). Variación en conos y semillas de Pinus cembroides subsp. Orizabensis D. K. Bailey de Las Cuevas, Alzayanca, Tlaxcala. *Foresta Veracruzana*. 4 (1): 25-30.
- Secretaría de Economía. (2016). Declaratoria de vigencia de la Norma Mexicana: Establecimiento de unidades productoras y manejo de germoplasma forestal-especificaciones técnicas. NMX-AA-169-SCFI-2016. Diario Oficial de la Federación [http://www.dof.gob.mx/nota\\_detalle.php?codigo=5455455&fecha=03/10/2016](http://www.dof.gob.mx/nota_detalle.php?codigo=5455455&fecha=03/10/2016)
- SEMARNAT-CONAFOR. (2011). Producción de plantas para reforestación (1993-200). Consultado en: [http://aplicaicones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/01\\_forestales/d3\\_Rforest\\_a\\_05.pdf](http://aplicaicones.semarnat.gob.mx/estadisticas/compendio2010/archivos/01_forestales/d3_Rforest_a_05.pdf) (noviembre 2019).
- SEMARNAT-CONAFOR. (2013). Manual para la identificación y establecimiento de Unidades Productoras de Germoplasma Forestal. Coordinación General de Conservación y Restauración. Coordinación General de Educación y Desarrollo Tecnológico. CONAFOR. Disponible en: <http://www.conafor.gob.mx:8080>, pdf (noviembre 2019).
- SEMARNAT-CONAFOR. (2013). Establecimiento y manejo de áreas semilleras en el género *Pinus*. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias CONAFOR. Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/5130/7371709d78bc82f8eff4f9e81357db300d1b.pdf> (noviembre 2019).
- SEMARNAT-CONAFOR. (2019). Programa Anual de Trabajo. Consultado en: [https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/PAT\\_2019\\_CONAFOR.pdf](https://www.conafor.gob.mx/transparencia/docs/PAT_2019_CONAFOR.pdf) (noviembre 2019).
- Sivacioglu, A. y Ayan, S. (2008). Evaluation of seed production of scots pine (*Pinus sylvestris* L.) clonal seed orchard with cone analysis method. *African Journal of Biotechnology* 7(24):4393-4399.
- Solís G., Montes R. y Bravo A. (2007). Análisis de la producción de semilla en las áreas semilleras de la región de El Salto, Durango. En: *VIII Congreso Mexicano de Recursos Forestales*. Morelia, Michoacán. Pág.: 210.
- Stevens, D. (2001). Flora de Nicaragua. St. Louis, Missouri: Missouri Botanical Garden Press. Disponible en: <http://www.mobot.org/MOBOT/research/nicaragua/welcome.shtml>
- Vallejos, J., Badilla, Y., Picado, F., y Murillo, O. (2010). Metodología para la selección e incorporación de árboles plus en programas de mejoramiento genético forestal. *Agronomía costarricense*, 105-119.
- Vanegas, M. (2016). Manual de mejores prácticas de restauración de ecosistemas degradados, utilizando para reforestación solo especies nativas en zonas prioritarias. Conafor-Conabio. México, D. F., México. 158 p.
- Vargas, J. (2003). Estado de la diversidad biológica de los árboles y bosques en el Norte de México. Documentos de Trabajo: Recursos Genéticos Forestales. FGR/60S. Servicio de Desarrollo de Recursos Forestales, Dirección de Recursos Forestales, FAO, Roma.
- Viveros, C. (2000). Variación de frutos y semillas entre árboles de una población ruderal de *Guazuma ulmifolia* Lambert (Sterculiaceae). Tesis Maestría en Ecología Forestal. Instituto de Genética Forestal U. V. Xalapa, Veracruz. pág. 53.
- Viveros, C. Márquez, J. y Ocampo, V. (2000). Variación de frutos y semillas de *Guazuma ulmifolia* Lambert en una población costera del centro de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 2(2):21-28.

## 13. ANEXO



*Anexo 1: Selección de los árboles con sus características sobresalientes y posteriormente anotarlos en la bitácora.*



*Anexo 2: Oficinas de aprovechamiento forestal sustentable del Ejido Coapilla.*



*Anexo 3: Escalado de árbol seleccionado para la colecta de conos*



*Anexo 4: Recolección de conos después de ser cortados en la UPGF*



*Anexo 5: Secado de los conos colectados.*



Anexo 6: Medición de diámetro de conos



Anexo 7: Medición de longitud de conos



Anexo 8: Medición de conos para ver los conos grandes, medianos y pequeños



Anexo 9: Muestra representativa para medición de longitud y diámetro de conos



*Anexo 10: Extrayendo el germoplasma de los conos de cada árbol.*



*Anexo 11: Cosecha de un árbol.*



*Anexo 12: Pesando 5 repeticiones de 100 semillas.*



*Anexo 13: Pesando las semillas obtenidas de la UPGF Ejido Coapilla.*