



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

INSTITUTO DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL

TESIS

PRODUCCIÓN DE ESTRÓBILOS FEMENINOS Y
SEMILLAS EN UNA PLANTACIÓN DE *Pinus cembroides*

Zucc.

Para obtener el título de
Licenciado en Ingeniería Forestal

PRESENTA

Edwin Yediel Romero Lucio

Director

Dr. José González Ávalos

Codirectora

Mtra. Adriana Hernández Lazcano

Comité Asesor

Ing. José Armando Hernández Vargas

Dra. Marisela Guadalupe Salgado Mora

Ing. Tomás Escobedo Luna

Tulancingo de Bravo, Hidalgo. Abril del 2024.



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE HIDALGO

Instituto de Ciencias Agropecuarias

School of Forestry and Environmental Studies

Área Académica de Ciencias Agrícolas y Forestales

Department of Agricultural Sciences and Forestry

Tulancingo de Bravo, Hidalgo., a 15 de abril de 2024

Asunto: Autorización de impresión

Mtra. Ojuky del Rocío Islas Maldonado

Directora de Administración Escolar de la UAEH

Por este conducto y con fundamento en el Título Cuarto, Capítulo I, Artículo 40 del Reglamento de Titulación, le comunico que el jurado que le fue asignado al pasante de Licenciatura en Ingeniería Forestal, **Edwin Yediel Romero Lucio**, quien presenta el trabajo de Tesis denominado "**Producción de estróbilos femeninos y semillas en una plantación de *Pinus cembroides* Zucc.**", que después de revisarlo en reunión de sinodales, ha decidido autorizar la impresión de este, hechas las correcciones que fueron acordadas.

A continuación, se anotan las firmas de conformidad de los miembros del jurado:

PRESIDENTE: M.C. Tomás Escobedo Luna
SECRETARIO: Ing. José Armando Hernández Vargas
VOCAL 1: Mtra. Adriana Hernández Lazcano
SUPLENTE 1: Dr. José González Ávalos

Sin otro particular por el momento, me despido de usted.

Atentamente
"Amor, Orden y Progreso"

Dr. José González Ávalos
Coordinador del Programa Educativo
de Ingeniería Forestal

Dr. Armando Peláez Acero
Director del ICAP



Avenida Universidad Km. 1 s/n,
Exhacienda Aquetzalpa Tulancingo
de Bravo, Hidalgo, México; C.P. 43600
Teléfono: 771 71 72000 ext 2461
aifredo_madariaga@uaeh.edu.mx



www.uaeh.edu.mx

DEDICATORIA

A mis padres Jorge y Guillermina por darme la vida, a mi madre por todo ese apoyo y cariño que me ha dado durante toda mi vida.

A mi hermano Daniel por darme todo su apoyo y comprensión durante todo este tiempo.

A mi familia por todos sus consejos, su cariño, por el apoyo infinito que me han brindado y por su motivación para terminar la carrera.

A Lucia por todos esos momentos felices, por su apoyo y cariño.

A mis amigos y compañeros de la carrera por su valiosa amistad y por los momentos inolvidables de alegría y diversión.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, por haberme brindado la oportunidad de concluir mis estudios.

Al propietario Lic. José Santos Marroquín Morato por permitirnos realizar la investigación en su propiedad, en el Rancho la Cueva, Municipio de Acatlán, Hidalgo.

A los miembros del comité asesor, Dr. José González Ávalos, Mtra. Adriana Hernández Lazcano, Ing. José Armando Hernández Vargas, Ing. Luis Alberto Lugo Martínez, Ing. Tomas Escobedo Luna y a la Dra. Marisela Guadalupe Salgado Mora, por su infinito apoyo, por todos sus consejos y por el tiempo que se tomaron para poder realizar este trabajo.

A los estudiantes que brindaron su tiempo y apoyo en la recolección del material botánico y las mediciones dasométricas: Miguel Angel Soto Soto, Michelle Islas Cárdenas, Angélica Suárez Torres, Iván Islas Charco, Francisco Jesús González Trejo, María de los Ángeles Ortiz San Agustín.

A los estudiantes que formaron parte de las mediciones en el laboratorio: Karla Patricia Herrera Fernández, Dayana León Munguía, Marco Antonio Reyes Mateos.

A todos los que de una u otra forma formaron parte de este trabajo, muchas gracias.

ÍNDICE

ÍNDICE DE CUADROS	v
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
RESUMEN	1
I. INTRODUCCIÓN.....	2
II. OBJETIVOS.....	4
2.1. Objetivo general	4
2.2. Objetivos específicos	4
III. REVISIÓN DE LITERATURA	5
3.1. Descripción botánica de <i>Pinus cembroides</i>	5
3.2. Distribución geográfica.....	6
3.3. Características ecológicas	6
3.3.1. Clima.....	6
3.3.2. Temperatura	6
3.3.3. Precipitación	7
3.3.4. Altitud.....	8
3.3.5. Suelo y Topografía.....	8
3.3.6. Vegetación asociada.....	9
3.3.7. Fauna silvestre	10
3.4. Beneficio de conos y semillas	11
3.4.1. Colecta de conos	11
3.4.2. Prelimpieza de los conos	11
3.4.3. Secado de los conos.....	11
3.4.4. Extracción de semillas	12

3.4.5. Contenido de humedad de las semillas	12
3.4.6. Viabilidad de las semillas.....	12
3.4.7. Germinación de las semillas	13
3.5. Establecimiento de la plantación.....	13
3.5.1. Objetivo de la plantación.....	13
3.5.2. Características de sitio a plantar.....	13
3.5.3. Elección de la especie	13
3.5.4. Preparación del terreno	14
3.5.5. Diseño de plantación	14
3.5.6. Transporte de la planta del vivero al lugar del establecimiento	15
3.5.7. Época de plantación	15
3.5.8. Establecimiento de la plantación	16
3.5.9. Control de malezas	16
3.5.10. Fertilización.....	17
3.5.11. Riego	18
3.5.12. Podas.....	18
3.5.13. Control de Plagas y enfermedades.....	19
3.6. Trabajos afines.....	21
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	24
4.1. Área de estudio	24
4.2. Características ambientales del área de estudio.....	25
4.2.1. Clima.....	25
4.2.2. Hidrología	25
4.2.3. Edafología.....	25
4.2.4. Vegetación	25

4.3. Determinación y evaluación de las variables del arbolado.....	25
4.3.1. Altura	25
4.3.2. Diámetro	26
4.3.3. Cobertura.....	27
4.4. Cuantificación de la producción de conos femeninos	28
4.5. Determinación y evaluación de las variables de los conos	29
4.5.1. Peso fresco.....	29
4.5.2. Peso anhidro.....	30
4.5.3. Longitud	31
4.5.4. Diámetro	32
4.5.5 Número de semillas producidas por cono.....	33
4.6. Determinación y evaluación de las variables de las semillas	34
4.6.1. Viabilidad	34
4.6.2. Peso.....	35
4.6.3. Longitud	36
4.6.4. Diámetro	37
4.7. Análisis de datos	38
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
5.1 Determinación y evaluación de las variables del arbolado.....	39
5.1.1. Altura	39
5.1.2. Diámetro	41
5.1.3. Cobertura.....	43
5.2. Cuantificación de los conos femeninos	44
5.2.1. Producción de conos	44
5.3. Determinación y evaluación de las variables de los conos	47

5.3.1. Peso fresco	47
5.3.2. Peso anhidro.....	49
5.3.3. Longitud	51
5.3.4 Diámetro	54
5.3.5 Número de semillas por cono	56
5.4. Determinación y evaluación de las variables de las semillas	59
5.4.1 Viabilidad	59
5.4.2 Peso.....	62
5.4.3 Longitud	64
5.4.4 Diámetro	67
VI. CONCLUSIONES.....	70
VII. BIBLIOGRAFÍA.....	71
VIII. ANEXOS	80

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tabla de frecuencia de alturas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	39
Cuadro 2. Tabla de frecuencia de diámetros de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	41
Cuadro 3. Tabla de frecuencia de coberturas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	43
Cuadro 4. Tabla de producción de conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	45
Cuadro 5. Tabla del análisis de varianza del peso fresco de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	47
Cuadro 6. Tabla de pruebas de medias de Duncan para el peso fresco de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	47
Cuadro 7. Tabla del análisis de varianza del peso anhidro de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	49
Cuadro 8. Tabla de pruebas de medias de Duncan para el peso anhidro de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	49
Cuadro 9. Tabla del análisis de varianza de la longitud de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	51
Cuadro 10. Tabla de pruebas de medias de Duncan para la longitud de los conos <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	52
Cuadro 11. Tabla del análisis de varianza del diámetro de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	54
Cuadro 12. Tabla de pruebas de media de Duncan para el diámetro de los conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	54
Cuadro 13. Tabla del análisis de varianza del número de semillas por conos de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	56

Cuadro 14. Tabla de pruebas de media de Duncan para el número de semillas por cono de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	57
Cuadro 15. Tabla de viabilidad de las semillas por árbol de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	59
Cuadro 16. Tabla del análisis de varianza para el peso de las semillas de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	62
Cuadro 17. Tabla de pruebas de media de Duncan para el peso de las semillas de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	62
Cuadro 18. Tabla del análisis de varianza de la longitud de las semillas de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	64
Cuadro 19. Tabla de pruebas de media de Duncan para la longitud de las semillas de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	65
Cuadro 20. Tabla del análisis de varianza del diámetro de las semillas de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	67
Cuadro 21. Tabla de pruebas de media de Duncan para el diámetro de las semillas de <i>Pinus Cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	67

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del área de estudio.	24
Figura 2. Medición de alturas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	26
Figura 3. Medición de diámetros de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	27
Figura 4. Medición de coberturas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	28
Figura 5. Colecta de conos de forma manual de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	29
Figura 6. Peso fresco de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	30
Figura 7. Secado de conos para obtener el peso anhidro de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	31
Figura 8. Medición de la longitud de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	32
Figura 9. Medición del diámetro de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	33
Figura 10. Extracción de semillas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	34
Figura 11. Viabilidad de las semillas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	35
Figura 12. Peso de las semillas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	36
Figura 13. Medición de la longitud de las semillas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	37
Figura 14. Medición del diámetro de las semillas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	38

Figura 15. Frecuencia de alturas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	40
Figura 16. Frecuencia de diámetros de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	42
Figura 17. Frecuencia de coberturas de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	43
Figura 18. Peso fresco de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	48
Figura 19. Peso anhidro de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	50
Figura 20. Longitud de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	52
Figura 21. Diámetro de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	55
Figura 22. Número de semillas por cono de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	57
Figura 23. Viabilidad de semillas de los conos de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	60
Figura 24. Peso de las semillas por cono de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	63
Figura 25. Longitud de las semillas por cono de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	65
Figura 26. Diámetro de las semillas por cono de <i>Pinus cembroides</i> , del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.	68

RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo general evaluar la producción y las características de los estróbilos femeninos, así como las características de las semillas de los árboles de *Pinus cembroides* establecidos en una plantación. El trabajo se llevó a cabo en una plantación de *Pinus cembroides* de 18 años ubicada en el Rancho La Cueva, municipio de Acatlán en el estado de Hidalgo. Para tal fin, se colectaron de forma manual todos los conos producidos por los árboles de la plantación. Se contaron y pesaron los conos producidos por cada uno de los árboles; de cada árbol se seleccionaron al azar 40 conos a cada uno de los cuales se les cuantificó el peso verde y el peso anhidro con ayuda de una báscula digital; además, se les midió su longitud y diámetro con un vernier digital y por último se les contó el número de semillas que contenían. Respecto de las variables medidas en las semillas se tiene que se tomó una muestra de 40 semillas por árbol a las cuales de manera individual se les cuantificó el peso con una balanza digital, el diámetro y la longitud con un vernier digital. Posteriormente se realizaron análisis de varianza y pruebas de medias para evidenciar las diferencias estadísticas significativas entre las variables cuantificadas. Dentro de los resultados encontrados se tiene que 75 árboles mostraron producción de estróbilos femeninos para el año de estudio (2022), el árbol que mayor producción presentó fue el árbol 22 con 165 conos. En relación con los conos se tuvo que el mayor peso verde lo presentaron los árboles 20, 22, 30, 36 y 264 con un promedio de 25.7 g. respecto de la longitud los árboles 264 y el 30 mostraron un promedio de 40.3 mm y los árboles 20, 22, 30 y 264 fueron superiores en el diámetro con una media de 34.0 mm y por último el árbol que mostró mayor promedio de semillas por cono fue el 264 con un promedio de 21.8. Al respecto de las semillas se tuvo que el mayor peso promedio fue para los árboles 20, 23, 149 y 152 con un valor de 0.71 g., la mayor longitud la tuvo el árbol 23 con una media de 16.7 mm y en cuanto al diámetro el árbol 149 fue el de mayor promedio con 9.5 mm, al respecto de semillas llenas se tiene que el árbol 43 y el 193 tuvieron el 100%.

I. INTRODUCCIÓN

México es un centro secundario de diversidad del género *Pinus*, con 49 lo cual representa el 40% de las 120 especies a nivel mundial (Gernandt & Pérez de la Rosa, 2014).

El *Pinus cembroides* se distribuye en Estados Unidos en Arizona, Nuevo México y Texas, en México en los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, Tamaulipas, San Luis potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, México, Distrito Federal, Tlaxcala, Veracruz y Puebla (Farjon & Styles, 1997). Los piñoneros se desarrollan en una altitud que va desde los 1500 hasta los 3000 metros sobre el nivel del mar, con una precipitación anual entre los 350 y los 700 milímetros (Rzedowski, 2006) (Perry, 1991).

Los bosques de *Pinus cembroides* desempeñan funciones importantes en el ecosistema y en el ciclo hidrológico, al evitar la erosión del suelo, favorece la infiltración del agua para restablecer los mantos acuíferos subterráneos (Constante García y otros, 2009).

El *Pinus cembroides* es conocido como pino piñonero de gran importancia para el campesino forestal que habita en el sur de Coahuila, suroeste de Nuevo León y sureste de Zacatecas, ya que obtienen ingresos económicos derivados de la venta del piñón. (Flores Flores & Díaz Esquivel, 1985).

El piñón se utiliza como ingrediente en dulces, postres, pasteles y ensaladas, esta semilla es una excelente fuente de proteínas, antioxidantes, ácidos grasos mono insaturados, vitamina B1 y minerales como el potasio y fosforo, tanto el ácido oleico como el linolénico corresponde a más del 85% del total de los ácidos grasos contenidos en las semilla, de igual manera es utilizado en la industria cosmetológica por su alto contenido de ácidos grasos insaturados (Ozuna y otros, 2016).

Es importante identificar dentro de los bosques la periodicidad con la que se produce la semilla que va de 3 a 5 años en bosques naturales, dependiendo de las condiciones ambientales y genéticas., de igual manera, la producción entre árboles dentro del bosque que presenta alta variación.

Los productores toman en cuenta la calidad del piñón y el precio de las semillas, el piñón de color rosa es de origen nacional y es el más comercializados y los precios de venta

del producto al consumidor final depende de una temporada a otra al igual que dentro de la misma temporada (Hernández Moreno y otros, 2011).

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo general

Evaluar las características dasonómicas de los árboles de *Pinus cembroides* y su producción de estróbilos femeninos; así como sus características morfológicas de los conos y las semillas.

2.2. Objetivos específicos

- Estimar el diámetro, altura y cobertura de los árboles de la plantación.
- Cuantificar la producción de conos femeninos a nivel de árbol dentro de la plantación.
- Cuantificar el número de semillas, peso fresco, peso anhidro, longitud y diámetro de los conos.
- Cuantificar el peso, longitud y diámetro de las semillas.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Descripción botánica de *Pinus cembroides*

Es un árbol perennifolio de 5 hasta 10 metros de altura, en ocasiones llegan alcanzar hasta 15 metros, con un diámetro normal de 30 hasta 70 centímetros, en los árboles jóvenes las ramas están generalmente espaciadas de forma piramidal y en árboles maduros la copa esta irregularmente ramificada, a menudo bastante abierta y redonda. La corteza en árboles jóvenes es delgada y lisa, en los árboles maduros es de un color pardo oscuro, que presentan surcos longitudinales u horizontales que dividen la corteza en placas irregulares escamosas, de forma geométrica en la parte inferior del tronco y en la parte superior del tronco la corteza es fina y lisa. Las hojas están agrupadas en fascículos de 2 a 3 acículas y en ocasiones hasta 4 a 5, en su mayoría son de 3, son rígidas y frecuentemente encorvadas, con una longitud de 3 hasta 7 centímetros y de 1.2 hasta 1.6 milímetros de ancho, presentan estomas en ambas caras, de color verde oscuro, algo azulado pálido, a veces amarillento y generalmente glaucas en las caras internas, con dos canales resiníferos externos. Los conos son globosos, se desarrollan aislados o en grupos de 2 hasta 5, con una longitud de 3 hasta 4 centímetros y de 3 hasta 6 centímetros de ancho, tienen un pedúnculo de 2 hasta 5 milímetros de longitud, los conos maduros son de color rojizo a marrón-amarillento, los conos llegan a su madurez a finales del otoño hasta el invierno. Las escamas de los conos son gruesas y los bordes delgados, tienen apófisis de forma piramidal y un umbo dorsal ligeramente elevada, las escamas que se encuentran en el centro del cono son pocas y más grandes que las escamas que se encuentran en la base, las escamas centrales contienen semillas fértiles y las demás son estériles (Perry, 1991). Las semillas son ovoide-oblicuas frecuentemente agudas, a veces levemente surcadas, con una longitud de 10 hasta 16 milímetros y 6 hasta 10 milímetros de ancho, es una semilla que no tiene presencia de alas (Farjon & Styles, 1997).

3.2. Distribución geográfica

En Estados Unidos se distribuye al (SE) de Arizona, (SW) de Nuevo México, (SW) de Texas, en México al (N) de los estados de Sonora, Chihuahua, Coahuila, Durango, Zacatecas, Nuevo León, al (W) de los estados de Tamaulipas, San Luis Potosí, Aguascalientes, al (NE) del estado de Jalisco, al (N) de los estados de Guanajuato, Querétaro, Hidalgo, México, Distrito Federal, Tlaxcala, Veracruz y Puebla (Farjon & Styles, 1997).

3.3. Características ecológicas

3.3.1. Clima

Respecto al clima reportan en sus áreas de estudio un clima templado subhúmedo con lluvias en verano C (w₁) (w) (Romero González, 2005) (Meza Álvarez, 2006), (González Ávalos y otros, 2006), (Lagos Santos, 2021) (Díaz Cruz, 2016). Menciona en su área de estudio climas que corresponde al árido semicálido (BS₀hw) y semiárido templado (BS₁kw) con lluvias de verano en Saltillo, Coahuila (Marroquín Morales y otros, 2018). Por otra parte (González Ávalos, 2006) reporta climas para los siguientes sitios, San José Bachíniva, Chihuahua, BS₁kw, Santa Rosa, Saltillo, Coahuila, BS₁kx, Galeana, Nuevo León, BS₁hw, El Mezquital Durango, A (c) (w₀) (w), San Antonio de las Huertas, Zacatecas, BS₁kw, Tierra Blanca, Guanajuato, BS₁kw(w), Cadereyta, Querétaro, San Andrés, Hidalgo C (w₁) (w), El santuario, Cardonal, Hidalgo, C (w₀)(w), El Arenalito, Cardonal, Hidalgo, C (w₁)(w), El Encino, Santiago de Anaya, Hidalgo C(w₁)(w). (Flores Hernández, 2016) menciona un clima para su área de estudio, corresponde al clima semiárido mexicano BWhw (x) (e), en Zapalinamé, Saltillo, Coahuila.

3.3.2. Temperatura

La temperatura varía dependiendo el lugar de los sitios, normalmente va desde 7°C. hasta 40°C con promedio de 18°C, alcanzando temperaturas mínimas de -7°C y unas máximas de 42°C, y en ocasiones mayores (Eguiluz Piedra, 1978). Respecto a la temperatura (Romero González, 2005) reporta una temperatura de 14°C para las procedencias de La Mesa, San Miguel y El Porvenir, El Arenalito 18°C y Pontadhó 16°C en el estado de Hidalgo. Estos autores mencionan una temperatura de 14 a 18°C en dos áreas, Cuauhtémoc y El Recreo, en Saltillo, Coahuila (Marroquín Morales y otros, 2018). Por otra parte (González Ávalos, 2006) reporta las temperaturas para los siguientes sitios,

San José Bachíniva, Chihuahua 12°C, Santa Rosa, Saltillo, Coahuila 14°C, Galeana, Nuevo León 16°C, El mezquital, Durango 16°C, San Antonio de las Huertas, Zacatecas 16°C, Tierra Blanca, Guanajuato 16°C, Cadereyta, Querétaro 16°C, San Andrés, Hidalgo 16°C, El Santuario, Cardonal, Hidalgo 16°C, El Arenalito, Cardonal, Hidalgo 16°C, El Encino, Santiago de Anaya, Hidalgo 16°C. Meza Álvarez (2006) refiere una temperatura de 16°C para el municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo. Por su parte, Flores Hernández (2016) consigna para Zapalinamé, Saltillo, Coahuila una temperatura de 18°C. A su vez, Díaz Cruz (2016) reporta para el sur del estado de Nuevo León, en el Municipio de Aramberri una temperatura de 14.9°C. Ochoa Olivas (2010) menciona una temperatura de 18 a 22°C en el Ejido San Juan de la Vaquería, Saltillo Coahuila.

3.3.3. Precipitación

Los pinos piñoneros se desarrollan con una precipitación que oscila entre 365 milímetros cerca de Galeana, Nuevo León, hasta los 800 milímetros cerca de Altotonga, Veracruz, entre los 400 y 500 milímetros en Puebla, Tlaxcala, Hidalgo y Veracruz, pero su promedio ocurre entre los 450 milímetros (Eguiluz Piedra, 1978). La precipitación media anual oscila entre los 350 hasta 700 milímetros (Rzedowski, 2006). Romero González (2005) reporta una precipitación para las procedencias La Mesa 700 mm, San Miguel 800 mm, El Arenalito 700 m, Pontadhó 600 mm, El Porvenir 800 mm. A su vez, González Ávalos y otros (2006) refieren una precipitación de 800 mm en el predio La Moraleja, municipio de Huimilpa, Querétaro. Estos autores mencionan una precipitación de 125 a 400 mm en dos áreas, Cuauhtémoc y El Recreo, en Saltillo, Coahuila (Marroquín Morales y otros, 2018). Por otra parte González Ávalos (2006) refiere precipitaciones para los siguientes sitios, San José Bachíniva, Chihuahua, 450 mm, Santa Rosa, Saltillo, Coahuila, 400 mm, Galeana Nuevo León, 700 mm, El Mezquital, Durango, 700 mm, San Antonio de las Huertas, Zacatecas, 500 mm, Tierra Blanca, Guanajuato, 600 mm, Cadereyta, Querétaro, 700 mm, San Andrés, Hidalgo, 700 mm, El Santuario, Cardonal, Hidalgo, 700 mm, El Arenalito, Cardonal, Hidalgo, 650 mm, El Encino, Santiago de Anaya, Hidalgo, 650 mm. Meza Álvarez (2006) menciona una precipitación para Santiago de Anaya de 550 mm. Reporta (Lagos Santos, 2021) una precipitación con un rango de 365-450 mm con presencia de sequía de 7 u 8 meses en el Ejido Carbonero, Jacales, Huayacocotla, Veracruz. Flores Hernández (2016) refiere para Zapalinamé, Saltillo, Coahuila una precipitación de 420 mm. Por su parte, Díaz Cruz (2016) consigna para el sur del estado

de Nuevo León, en el Municipio de Aramberri una precipitación de 525 mm. Ochoa Olivas (2010) reporta una precipitación con un rango de 450 a 550 mm en el Ejido San Juan de la Vaquería, Saltillo, Coahuila.

3.3.4. Altitud

Eguiluz Piedra (1978) reporta un rango altitudinal de 1350 a 2700 msnm con promedio de 2000 msnm. Romero González (2005) consigna para sus procedencias La Mesa 2163 msnm, San Miguel 2264 msnm, El Arenalito 1975 msnm, Pontadhó 2220 msnm, El Porvenir 1995 msnm. Por otra parte, González Ávalos y otros (2006) menciona una altitud de 2450 msnm en el predio La Moraleja, municipio de Huimilpa, Querétaro. Marroquín Morales y otros (2018) refieren una altitud de 2162 msnm en Saltillo, Coahuila. Menciona (Rzedowski, 2006) un rango de altitud de 15000-3000 msnm. González Ávalos (2006) reporta altitudes para los siguientes sitios, San José Bachíniva, Chihuahua, 2200 msnm, Santa Rosa, Saltillo, Coahuila, 2200 msnm, Galeana Nuevo León, 2000 msnm, El Mezquital Durango, 2200 msnm, San Antonio de las Huertas, Zacatecas, 2400 msnm Tierra Blanca, Guanajuato, 2000 msnm, Cadereyta, Querétaro, 2200 msnm, San Andrés, Hidalgo, 2100 msnm, El Santuario, Cardonal, Hidalgo, 2200 msnm, El Arenalito, Cardonal, Hidalgo 2000 msnm, El Encino, Santiago de Anaya, Hidalgo, 2200 msnm. Meza Álvarez (2006) menciona para Santiago de Anaya una altura de 2040 msnm. A su vez, Lagos Santos (2021) reporta una altitud de 2100 msnm en el Ejido Carbonero, Jacales, Huayacocotla, Veracruz. Díaz Cruz (2016) reporta para el sur del estado de Nuevo León, en el Municipio de Aramberri con un rango de altitud de 660 a 3260 msnm. Por su parte Perry (1991) menciona un rango de altitud de 1500 a 2800 msnm.

3.3.5. Suelo y Topografía

El *Pinus cembroides* es una especie de suelos pobres, secos, pedregosos o calizos, de un color grisáceos o negros, delgados en lomeríos y aluviales en los valles con un buen drenaje y con un pH de 6.5 hasta 7.5, normalmente se desarrolla mejor en suelos de neutros a alcalinos (Eguiluz Piedra, 1978). En Galeana, Nuevo León, dos sitios el primero Pablillo con una topografía que se observa en la región con bastantes cerros y algunas planicies en donde se practica la agricultura y los suelos son Rendzina con una clase textural media con una fase físicas petrocálcica, Litosol + regosol eútrico con una clase textural media y castañozem cálcico + rendzina con una textura media y una fase física petrocálcica profunda; el segundo La primavera con una topografía en la región que se

observan bastantes cerros y sitios con áreas para la agricultura y los suelos son castañozem cálcico con una textura gruesa, feozem cálcico + rendzina con textura media y fases físicas gravosa, Rendzina con textura media y fases físicas líticas, regosol eútrico con textura media y fases físicas líticas (Vallejo Maldonado, 1997). Por su parte, González Ávalos y otros (2006) reportan en el predio La Moraleja, municipio de Huimilpa, Querétaro sustrato sedimentario, suelo litosol, poco desarrollado y con profundidad menor a 10 cm, textura media, capa superficial oscura y friable rica en materia orgánica. Meza Álvarez (2006) menciona para Santiago de Anaya, el suelo predominante es rendzina, el segundo por Vertisol y regosol calcárico con una textura fina y una fase física petrocálcica. Lagos Santos (2021) refiere suelo regosol con bajas concentraciones de sales, baja capacidad de intercambio catiónico, deficiencia de nitrógeno con baja concentración de materia orgánica y una topografía que se caracteriza por lomeríos que van de ondulados a accidentados en el Ejido Carbonero, Jacales, Huayacocotla, Veracruz. Flores Hernández (2016) refiere para Zapalinamé, Saltillo, Coahuila un suelo de tipo rendzina y litosol. Díaz Cruz (2016) menciona para el sur del estado de Nuevo León, en el Municipio de Aramberri los suelos que predomina son litosol, y regosol con textura media.

De acuerdo con la clasificación hecha por la FAO, *Pinus cembroides* se desarrolla en suelos de tipo leptosol, regosol, feozem, rendzina y xerosol, con una profundidad en lomeríos desde 1 metro hasta < 50 centímetros y en los valles desde 1 hasta 2 metros de profundidad, con una textura de areno-arcillosa a migajón-arenosa, su estructura es granular con drenajes bien drenados (CONAFOR, 2001).

climáticas, siendo predominantes en zonas tanto cálidas como frías, especialmente en aquellas de carácter seco.

3.3.6. Vegetación asociada

En México el *Pinus cembroides* es la especie con más distribución geográfica dentro del grupo de los piñoneros que se extiende casi todo el norte y centro del país, se asocia con matorral xerófilo, encinares arbustivos, pastizales, destacan algunos elementos llamativos como el Agave, *Yucca* y *Dasyllirion* (Rzedowski, 2006).

Forma bosques abiertos únicos o mezclados con *Juniperus*, *Pinus nelsonii*, *Pinus pinceana*, *Quercus*, *Yucca*, *Agave*, *Cactaceae* (e.g., *Opuntia*), *Arctostaphylos*, *Ceanothus*, *Arbutus*, en los sitios más altos y/o húmedo se forman bosques mixtos de

pino-encino incorporando, *Pinus arizonica*, *Pinus engelmanni*, *Pinus leiophylla* var. Chihuahuana y *Pinus pseudostrobus* (Farjon & Styles, 1997). Por su parte, Flores Olvera (1985) menciona para el estrato arbóreo o superior de 3.5 m o más: *Juniperus monosperma*, *Juniperos flaccida* var. *flaccida*, *Quercus spp*, *Quercus canbyi*, *Yucca carnerosana*, *Pinus arizonica stomiae*, *Pinus nelsonii* y las menos frecuentes *Quercus fusiformis*, *Quercus graciliramis*, *Quercus clivicola*. Arbustivo o medio de 1-3 m: *Quercus intricata*, *Cowania plicata*, *Arbutus xalapensis*, *Berberis trifoliolata*, *Pithecellobium elasticophyllum*, *Berberis muelleri*, *Dasyilirion spp.*, *Rhus virens*, *Quercus microphylla*, *Sophora secundiflora*, *Salvia greggii*, *Agave sp*, *Condalia ericoides*, *Dalea formosa* y las menos frecuentes *Amelanchier denticulata*, *Arbustus arizonica*, *Larrea tridentata* y *Krameria cytisoides*. Herbáceo o inferior, menor a 0.50 m: *Stipa leucotricha*, *Tridens grandiflorus*, *Bouteloua curtipendula*, *Festuca rubra*, *Tagetes lucida*, *Hedéoma nanum*, *Verbena ambrosifolia*, *Cassia bauhinioides*, *Stipa tenuissima*, *Aristida curvifoli*, *Dyssodia setifolia*, *Nama biflorum*, *Dyssodia pinnata*, *Verbena neomexicana*, *Acalypha hederácea*, *Cheilanthes tomentosa*. Menciona. Meza Álvarez (2006) consigna para Santiago de Anaya, Hidalgo, en estrato arbóreo *Pinus cembroides*, *Juniperus flácida*, *Casimiroa pubescens*, arbustivo exposición norte, *Dodonaea viscosa*, *Condalia mexicana*, *Selloa glutinosa* Spreng, *Astur exilis* Ell, *Dalea tuberculata*, exposicion sur, *Dodonaea viscosa*, *Condalia mexicana*, *Amelanchier denticulata* (H.B.K), *Koch*, *Mimosa biuncifera*, *Verbena carolina*, *Dalea tuberculata*, *Astur exilis* Ell, Herbáceo *Agave sp*, *Agave lechuguilla*, *Pistacia mexicana*, *Rhus pachyrrachis* Hemsl, *Berberis trifolia* Cham. Et Schlecht. Lagos Santos (2021) menciona que las especies asociadas al piñonero son sotoles, encinos, pastos, agaves, nopales y *Pinus pseudostrobus* en el Ejido Carbonero, Jacales, Huayacocotla, Veracruz. A su vez, Flores Hernández (2016) reporta para Zapalinamé, Saltillo, Coahuila matorral desértico rosetófilo. Díaz Cruz (2016) refiere para el sur del estado de Nuevo León, en el Municipio de Aramberri una vegetación colindante de pastizales o matorrales xerófilos, formando amplios ecotonos con estas comunidades vegetales.

3.3.7. Fauna silvestre

Ochoa Olivas (2010) reporta que la fauna existente en el Ejido San Juan de la Vaquería, Saltillo Coahuila Aguililla (*Buteo sp.*), gavián (*Falco sp.*), codorniz escamosa (*Callipepla squamata*), huilota (*Zenaida macroura*), coyote (*Canis latrans*), conejo serrano

(*Sylvilagus floridanus*), liebre (*Lepus sp.*), zorrillo (*Mephitis macroura*), tejón (*Taxidea taxus*), tlacuache (*Didelphys marsupialis*), correcaminos (*Geococcyx californicus*), cuervo (*Corvus corax*), tecolote (*Bubo virginianus*), víbora de cascabel (*Crotalus sp.*), lagartija (*Sceloporus sp.*) y ratón (*Peromyscus sp.*). Por su parte, Meza Álvarez (2006) refiere para Santiago de Anaya, Hidalgo las especies de liebre, zorra, cacomixtle, paloma, lechuza, zopilote, gorrión.

3.4. Beneficio de conos y semillas

3.4.1. Colecta de conos

La colecta se debe de hacer cuando se ha detectado la producción de los frutos de cada especie y seleccionando los árboles de las mejores características para obtener semillas de buena calidad, los árboles deben de presentar producción de frutos, estar libres de plagas y enfermedades, fuertes y vigorosos, ya que algunas características son heredadas a las plantas futuras, se deben de recolectar directamente de los árboles y no del suelo, ya que no tenemos con certeza el tiempo que las semillas pudieron estar en el suelo o si presentan problemas de viabilidad, se debe de hacerse en el pico de producción de frutos maduros ya que se obtiene una mayor cantidad de semilla, si se colectan frutos inmaduros puede llegar a afectar de forma negativa la producción de plantas ya que las semillas pueden presentar problemas de inmadurez. (Arriaga M. y otros, 1994) (Trujillo, 1995).

3.4.2. Prelimpieza de los conos

Se deben de eliminar elementos no deseados desde el campo como son las ramas, hojas, insectos, rocas, o algunos otros materiales indeseables ya que estos materiales pueden estar contaminados o presentar humedad, para poder proceder al secado y almacenamiento en caso de requerirse, si pretende almacenar temporalmente (Oliva y otros, 2014).

3.4.3. Secado de los conos

El secado de los frutos se puede realizar de dos formas, de forma natural o artificial, el secado de forma natural consiste en poner los frutos expuestos al sol con una circulación del aire para poder eliminar la humedad contenida en el fruto, lo cual hace que el fruto al perder agua los tejidos se contraen para permitir la extracción de las semillas y para el

secado artificial consiste en mételos en secadoras para eliminar el contenido de humedad en el fruto (Trujillo, 1995).

3.4.4. Extracción de semillas

Es un proceso que consiste en separar las semillas del fruto, los métodos utilizados para la extracción dependen del fruto, los frutos son clasificados en conos, frutos secos dehiscentes o indehiscentes y frutos carnosos, existen diversos métodos e instrumentos para poder extraer las semillas de los frutos, como por ejemplo tijeras, martillos, machetes, desarmadores, pinzas etc. (Oliva y otros, 2014).

3.4.5. Contenido de humedad de las semillas

El contenido de humedad es el factor más importante que afectan las semillas, el efecto de humedad sobre el mantenimiento de la calidad de las semillas tiene una gran importancia, las semillas secas pueden ser almacenadas por periodos largos de tiempo, sin embargo, las semillas que contienen humedad pueden presentar hongos durante el periodo de almacenamiento. Se calcula el contenido de humedad con la formula siguiente (Antonio Bautista, 2012; Arriaga M. y otros, 1994).

$$\%CH = (\text{Peso en fresco} - \text{Peso seco}) / (\text{Peso en fresco}) \times 100$$

3.4.6. Viabilidad de las semillas

La viabilidad es el potencial que tiene las semillas para germinar y crecer, la viabilidad puede estimarse de diferentes maneras, incluyendo la prueba estándar de corte, la prueba de tetrazolio y el procedimiento de la escisión del embrión, todas son utilizadas para las pruebas en vivero excepto la última. La prueba de corte consiste en cortar la muestra de una semilla a la mitad y el contenido es analizado, esta prueba revela si las semillas están vacías, dañadas o afectadas por algún insecto y también revelan la morfología anormal. Prueba de tetrazolio es la más utilizada para la viabilidad de las semillas, consiste en que el químico que se le agrega manchara de rojo brillante el tejido vivo de la semilla. Análisis de rayos X, consiste en colocar semillas y exponerlas en una máquina de rayos X, los cuales pasan a través de las semillas, golpean una película fotográfica y producen una fotografía en blanco y negro llamada radiografía (Landis & Barnett, 1998).

3.4.7. Germinación de las semillas

Las pruebas de germinación en la mayoría de los viveros forestales son la mejor prueba de desempeño de un lote de semillas y por eso se usa como la prueba de la viabilidad de las semillas, para la germinación de las semillas deben de tener condiciones adecuadas como el sustrato húmedo, luz, temperatura. Algunas semillas debido a las diferencias de dormancias requieren tratamientos previos (Landis & Barnett, 1998).

3.5. Establecimiento de la plantación

3.5.1. Objetivo de la plantación

El productor debe de tener muy claro el objetivo para que se va a establecer la plantación, las que más se proponen se tiene consumo para el uso doméstico, para la producción de leña, madera para la construcción, madera para usos comerciales e industriales entre otros (García R. y otros, 2000).

3.5.2. Características de sitio a plantar

Se deben de conocer las características del sitio en donde se establecerá la plantación, es recomendado hacer recorridos de campo para conocer las características sociales y ecológicas de los predios, para identificar los problemas que puedan afectar, de forma positiva como negativamente su desarrollo, así mismo conocer las condiciones óptimas para poder determinar que especies se podrán establecer de forma adecuada (CONAFOR, 2011).

3.5.3. Elección de la especie

La selección de las especies vegetales está condicionada por diversos factores. Resulta aconsejable optar por aquellas que sean nativas de la región y que se adapten de manera óptima a las condiciones vigentes, considerando aspectos como la composición del suelo, el clima imperante, la topografía, la disponibilidad de agua, la vegetación autóctona y los objetivos específicos de la plantación, entre otros.

Con fines de restauración: Se deben de seleccionar especies nativas con la posibilidad de cubrir más rápido las superficies carentes de vegetación.

Plantaciones comerciales: Es fundamental seleccionar especies con elevada productividad, que permitan llevar a cabo prácticas de cultivo intensivo y proporcionarles la protección necesaria, garantizando así la obtención de una cosecha de alta calidad.

Uso de material vegetativo: Es necesario capacitar a los campesinos y planear el tiempo necesario para la preparación del material vegetativo y el terreno según su conformación y calidad (CONAFOR, 2010).

3.5.4. Preparación del terreno

En cortes definitivos con materiales leños en el suelo, estos deben de ser triturados y las astillas ser incorporadas al suelo para mejorarlo, en los terrenos baldíos es necesario eliminar la vegetación para evitar la competencia por nutrientes con las plantas, se puede realizar utilizando maquinaria pesada (Costa & Evaristo, 2008).

Para la limpieza de los terrenos (deshierbe o chaponeo) es necesario eliminar la vegetación existente para evitar que la planta tenga competencia por luz, agua y nutrientes, hay diferentes maneras de preparar el terreno donde se desea establecer la plantación, una de ellas es la preparación manual que se realiza con herramientas como el azadón, pala, pico, barreta, hacha o el machete etc. La preparación manual es útil en terrenos muy accidentados y es recomendable para terrenos que presentan menos de 10 hectáreas, ya que solo se trabaja en el área designada para la colocación de la planta. Preparación mecánica, para esta preparación se utiliza maquinaria agrícola o por uso de tracción animal, se puede utilizar maquinaria cuando el suelo está muy compactado y con pendientes menor del 30%, ya que favorece la captación de agua de lluvia y crean unas mejores condiciones físicas para el desarrollo de la planta (CONAFOR, 2010).

3.5.5. Diseño de plantación

Es muy importante tomar en cuenta la distancia que hay entre planta y planta, esto dependerá del espaciamiento que la especie demande al ser adulta, la plantación en su etapa juvenil debe de tener por lo menos el doble de densidad que cuando sea adulta, algunos de los siguientes diseños se pueden utilizar:

Marco real: Las plantas se colocan formando cuadrados o rectángulos, este diseño se recomienda utilizarlo en terrenos planos o que tiene pendientes menores al 20%, en el caso de plantaciones forestales comerciales se recomienda utilizar este diseño por el manejo que se le puede dar a la plantación como el deshierbes, riegos, fertilización, entre otros.

Tres bolillo: La planta se coloca formando triángulos equiláteros, es importante la distancia que hay entre planta y planta, esto dependerá del espaciamiento que la especie

demande al ser adulta, este diseño se recomienda en terrenos que tienen pendientes mayores al 20%, aunque también en terrenos planos. Las líneas de la plantación deberán seguir las curvas de nivel, con este diseño se logra minimizar el arrastre del suelo y a la vez aprovechar el escurrimiento del suelo (CONAFOR, 2010).

3.5.6. Transporte de la planta del vivero al lugar del establecimiento

El transporte se debe hacer cuidadosamente para evitar daños causados al tallo, raíz o al envase, existen varias formas de llevar la planta al sitio de la plantación esto va a depender de la infraestructura con que se cuente, del medio en que haya crecido la planta y de lo lejos y accesible que este el sitio.

Traslado de plantas con envase de plástico: Existen varias opciones esto va a depender del tipo de transporte si se va hacer con camión se considera lo siguiente: 1) acomodar las plantas en el camión y verificar que los envases sean de las mismas medidas para poder acomodarlos adecuadamente 2) evitar con el movimiento del camión que las plantas se muevan por eso se deben de acomodar las plantas a las dimensiones de la caja del camión y evitar apretar los envases 3) evitar encimar dos o más niveles de plantas si el traslado es largo y si las plantas presentan un buen desarrollo de tallos y hojas 4) Para estibar se van traspaleando los envases de manera que las bolsas de arriba no aplasten a la planta de abajo. Si el traslado se hace con animales de carga se sugiere 1) usar cajas de madera o huacales para colocar las plantas, cuidando que las plantas queden ajustadas para evitar que se muevan 2) no poner más de una caja de plantas, al menos que los envases sean pequeños y evitar daños a las plantas que están abajo 3) la carga debe de quedar bien ajustada para evitar que se voltee.

Transporte de raíz desnuda: Se debe de tener bastante cuidado ya que las plantas que se acarrean de esta forma son más vulnerables a sufrir daños en la raíz, para evitar la deshidratación de la raíz se debe de exponer el menor tiempo posible a los rayos del sol y al aire, una práctica recomendada es mantener en un medio húmedo para las plantas hasta su trasplante (Arriaga M. y otros, 1994).

3.5.7. Época de plantación

Es muy importante considerar la época de lluvias ya que de eso dependerá la supervivencia de las plantas, las plantaciones se realizan después de las primeras lluvias, la técnica de las plantaciones depende del tipo de suelo. En los suelos arenosos las

plántulas deben de colocarse en el fondo de la zanja, debido a que le aporta un poco más de humedad a las plántulas y las protegen de los vientos y en los suelos arcillosos las plántulas deben de colocarse en medio del terraplén para evitar inundación de las plántulas ya que estos suelos tienen una alta retención hídrica (Costa & Evaristo, 2008).

3.5.8. Establecimiento de la plantación

Después de haber preparado el sitio de plantación y obtenido la planta calidad de la especie con la que se va a hacer la plantación y se haya definido el diseño de plantación cuando el terreno esté preparado se debe de elegir la temporada de establecimiento, se podrán utilizar varios tipos de herramientas y maquinaria para la apertura de cepas (pala recta, pala plantadora, barreta plantadora, azadón, talacho, barrena con motor, maquinaria pesada). Para el sistema de cepa común se hace una apertura en el suelo de 40 centímetros de largo por 40 centímetros de ancho por 40 centímetros de profundo, depositando la tierra más fértil que son los primeros 20 centímetros y en el otro lado los otros 20 centímetros más profundos (CONAFOR, 2011).

3.5.9. Control de malezas

Consiste en eliminar la vegetación no deseada ya que puede llegar a suprimir el crecimiento de las plantas por la competencia de agua y nutrientes, se puede hacer de forma mecánica, manual o química (CONAFOR, 2010).

Control mecánico: Este método se realiza a través de tracción animal o maquinaria agrícola con surcadora, arado de disco y cincelado.

Control manual: Este método se realiza con herramientas como el rozón, azadón, desbrozadora, machete, esta actividad se debe de realizar con mucha precaución ya que se usan herramientas cortantes y se pueden dañar las plantas, este método se debe aplicar en superficies menores donde hay mano de obra disponible, esta actividad es un poco menos efectiva que la de aplicación de química.

Control químico: Es el uso de productos químicos, este es el que más se ha utilizado, permite aplicarse en extensas áreas con el uso de equipos aéreos, equipos de usos agrícolas, al igual que se utilizan con bombas aspersoras en terrenos con mayor pendiente y terrenos reducidos (García R. y otros, 2000).

3.5.10. Fertilización

Los beneficios de una buena fertilización son variados, al agregar los nutrientes faltantes se estimula el desarrollo de las raíces, lo cual permite a la planta una mayor ocupación de suelo y se aprovecha en forma más eficiente el agua y los nutrientes disponibles, lo cual hace que las plantas tengan una mayor supervivencia. La fertilización es un practica que debe de ser acompañada de una buena preparación de los suelos y un buen control de malezas para poder tener los mejores beneficios de la fertilización (García R. y otros, 2000).

Hay 16 elementos esenciales para el crecimiento de la gran mayoría de plantas y algunos proviene del aire circundante, suelo y del agua.

Del aire: Carbono (C), como el CO₂ (dióxido de carbono)

Del agua: Hidrogeno (H), Oxigeno (O) como el H₂O (agua)

Del suelo: Fertilizante y abono animal, Nitrógeno (N), Fósforo (P), Potasio (K), Calcio (Ca), Magnesio (Mg), Azufre (S), Hierro (Fe), Manganeso (Mn), Zinc (Zn), Cobre (Cu), Boro (B), Molibdeno (Mo) y Cloro (Cl).

Los fertilizantes, abono o residuos de cultivos que son aplicados al suelo para aumentan la cantidad de nutrientes a las plantas (FAO, 1992).

Los fertilizantes se clasifican en orgánicos e inorgánicos.

Orgánicos: Son nutrientes que están contenidos en los tejidos vegetales y animales, estas sustancias orgánicas que son incorporadas a los suelos contienen una gran cantidad de nutrientes, ya que esta práctica es muy costosa por las grandes cantidades que se requieren, los fertilizantes orgánicos que más se utilizan son: Estiércol, gallinaza, guano, abonos verdes, algas marinas y humus.

Inorgánicos: Son compuestos químicos que ayudan aumentar los elementos requeridos por las plantas, estos aportan nutrientes a las plantas de forma inmediata asimilables, proporcionan a las plantas los mismos iones que los abonos orgánicos después de que se han descompuesto, el interés para utilizar los fertilizantes químicos surge desde que Liebig en su “ ley de restitución” señala que para mantener la fertilidad de los suelos es necesario reponer los nutrientes que las plantas extraen de los suelos, los fertilizantes

más utilizados son: Nitrogenados, potásicos, fosfatos, mezclas físicas y complejos (Sánchez Vielmas y otros, 2005).

3.5.11. Riego

Lejos de pretender establecer un sistema de riego en las plantaciones, lo que se debe de asegurar es que las plantas reciban un riego periódico, para garantizar la humedad necesaria en el suelo como en el follaje, con mayor razón en las épocas de sequía (Torres Córdoba & Rojas Rodríguez , 2008).

Los riegos son muy importantes para que las plantas sobrevivan, si no se cuenta con un sistema de riego esta se debe de establecer en la época de lluvias, para que la planta tenga una mayor disponibilidad de agua, si se cuenta con riego las plantaciones se pueden establecer en cualquier época del año, evitando las épocas de helas y los meses más secos (CONAFOR, 2011).

3.5.12. Podas

Las podas se recomiendan hacer en el caso de que se requiera dirigir el crecimiento de las especies con un fin productivo específico o cuando se pretenda equilibrar el desarrollo de las partes aéreas como son los tallos, ramas y hojas con el desarrollo de la raíz. Las podas pueden tener efectos positivos en el crecimiento de las plantas, se ha demostrado que una poda realizada adecuadamente puede promover un desarrollo vigoroso de las ramas y el follaje. La poda depende de los objetivos a perseguir, si se requieren plantas pequeñas con abundante producción de ramas y hojas, la poda se debe de realizar en las ramas que tengan un crecimiento más vertical, si se requiere un crecimiento en forma vertical con fustes rectos, la poda debe de realizarse en las ramas laterales que pueden deformar el crecimiento vertical. Las podas se realizan generalmente en el periodo de descanso vegetativo de la planta, seleccionando las ramas que puedan causar en la forma del crecimiento deseado (Arriaga M. y otros, 1994).

Las podas y aclareos son prácticas silvícolas obligatorias durante toda la vida de los pinos piñoneros. La primera poda se realiza a los 5 o 6 años posterior a la siembra, se eliminan las ramas de la parte inferior aproximadamente $2/3$ o $1/3$ de la altura total del árbol, la segunda poda se realiza a los 10 o 12 años esta poda suele coincidir con el primer adelgazamiento, se eliminan las ramas ubicadas en $1/3$ inferior de la trompa y la tercera

poda se realiza a los 20 o 25 años coincidiendo con el segundo adelgazamiento (Costa & Evaristo, 2008).

3.5.13. Control de Plagas y enfermedades

Se considera un problema cuando una plaga o una enfermedad provoca pérdidas económicas considerables, cuando una plaga provoca pérdidas insignificantes generalmente no se considera como un problema (Landis T. y otros, 1989).

Las especies *Conophthorus edulis* y *Leptoglossus occidentalis* Heidemann son consideradas como las más importantes en *Pinus cembroides* debido que *Conophthorus edulis* produce una tasa de mortalidad del 62% de la cosecha total de los conos, *Leptoglossus occidentalis* Heidemann reduce un 30% de la cosecha total del piñón.

3.5.13.1. Escarabajo del cono del pino piñón (*Conophthorus edulis wood*)

Este insecto tiene como hospederos a *Pinus cembroides* (incluyendo var. *remota*), *Pinus discolor*, *Pinus pinceana*.

Los adultos presentan una longitud que oscila entre 2.2 y 2.5 milímetros, destacándose por su tonalidad café muy oscura. Sus élitros son de un característico tono café rojizo brillante. Por otro lado, las larvas carecen de patas verdaderas, siendo ápodas, y presentan una cabeza de color ocre.

Esta especie ataca conillos y conos haciendo una perforación en el pedúnculo, las larvas se encuentran solo en los conos donde hacen galerías individuales e irregulares a través de escamas, semillas y ejes, posteriormente los nuevos adultos hacen orificios para poder salir en diferentes partes de los conos. El ciclo de vida de esta especie es muy similar a las de otras especies del mismo género, los ataques a los conos del segundo año se inician en la primavera a la mitad del mes de abril, se llegan a observar hasta 4 adultos por cono, las larvas y las pupas tiene un desarrollo rápido emergiendo adultos en el verano, una pequeña parte de los adultos permanecen dentro de los conos infectados para emerger en la próxima primavera y si no hay conillos ni conos atacan a los brotes, y pasan el invierno en el interior. Esta es la plaga principal de los conos de los pinos de los piñoneros, los daños que ocasionan estos insectos son muy severos ya que los adultos atacan dos veces a la misma población de conos la primera para invernar y la segunda para reproducirse, se han registrado una tasa de mortalidad del 62 % de la cosecha total de conos.

3.5.13.2. Chinche americana del pino o chinche americana de las piñas (*Leptoglossus occidentalis* Heidemann)

Este insecto tiene como hospederos a *Pinus arizonica*, *Pinus ayacahuite* var. *Brachyptera*, *Pinus cembroides*, *Pinus chihuahuana*, *Pinus cooperi*, *Pinus engelmannii*, *Pinus greggii*, *Pinus leiophylla*, *Pinus lumholtzii*, *Pinus michoacana*, *Pinus montezumae*, *Pinus pinceana*, *Pinus pseudostrobus*, *Pinus rudis* Endl. y *Pinus teocote*.

Las hembras llegan a tener una longitud en promedio de 19.8 y los machos de 15.8 milímetros, los adultos son de un color café rojizo a gris oscuro y notablemente pubescentes la parte ventral es más clara y menos pubescente, tienen una cabeza delgada, presentado dorsalmente una línea café que la corre en su parte media y se prolonga hasta el pronoto en donde obtiene un aspecto de mancha. Los hemélitros son de color café con una línea transversal de color blanca y en forma de zig-zag, las tibias de las patas posteriores presentan proyecciones laminares aproximadamente el 75% de su longitud, los huevecillos son semicilíndricos, de una longitud de 2.1 milímetros y de ancho 1.4 milímetros de un color café claro, cambiando a un café oscuro conforme van madurando.

Las ninfas provocan el aborto de los conillos y cuando se alimentan de los conos en crecimiento, dañan las semillas sin matar los conos, sin embargo, los adultos también pueden alimentarse de los conillos llegando a causar la muerte, sin embargo en los conos que no mueren las semillas quedan dañadas con el endospermo colapsado. Al alimentarse de las semillas de los conos de segundo año, los adultos provocan que estas queden vacías o con daños parciales en el embrión.

En México se llegan a presentar hasta 3 generaciones por año, llegándose a encontrar en todos los estados de desarrollo e incluso en el invierno. Las hembras depositan grupos de 3 a 14 huevecillos en las hojas más próximas a los conillos. Se ha observado que, en promedio, las hembras pueden llegar a poner hasta 73 huevecillos. En el caso del *Pinus cembroides*, las oviposiciones se registran ocasionalmente en dos hojas, con un total de 28 huevecillos. Se considera como una de las plagas más importantes en conos y semillas de pinos, en el *Pinus cembroides* llega a reducir hasta un 30% de la cosecha total del piñón(CibriánTovar y otros, 1986).

3.6. Trabajos afines

González Ávalos y otros (2006) mencionan la evaluación de conos y semillas que se realizaron en una plantación joven de 15 años de *Pinus cembroides* ubicada en Querétaro, se realizó la medición de los conos que se realizó en el año 2000 cuando la plantación tenía 15 años y en el 2001 cuando la plantación tenía 16 años, fueron cosechados todos los conos de los árboles, se utilizaron 200 conos de forma aleatoria los cuales se registró el peso verde, peso seco y el número de semillas que contenía cada cono, a las semillas se les registro el peso, la longitud y el diámetro. Se encontró una diferencia estadística significativa ($P < 0.01$) entre los años evaluados, es decir que a los 16 años la plantación aumento más de 5 veces al año anterior, a los 17 años de la plantación su incremento fue de casi 3 puntos porcentuales en comparación a los 16 años.

En este trabajo de tesis se tuvo como objetivo estimar la variación morfológica de conos, semillas y plántulas de *Pinus cembroides* Zucc de 5 procedencias en el estado de Hidalgo, se seleccionaron al azar 15 conos de cada una de las 5 procedencias y de cada árbol, se pesaron los conos en verde y en seco, se contaron el número de escamas, escamas fértiles e infértiles, se contó en número de semillas llenas y vanas y se seleccionaron al azar 20 semillas de las cuales se midió su longitud y su diámetro, peso, grosor de la testa, peso del megagametofito, peso del embrión.

Los conos presentaron diferencia significativa ($p < 0.005$) entre los árboles y la procedencia, la mayor longitud y diámetro de conos fue para la localidad de la Mesa con 32.73 mm y 33.33 mm, también hubo diferencia significativa ($p < 0.05$) entre las procedencias, la Mesa presento mayor longitud con 14.44 mm, diámetro con 8.21 mm, peso total de la semilla con 0.44 g y el peso de la testa con 0.37 g (Romero González, 2005).

En este trabajo se evaluó la longitud y el diámetro de conos y para las semillas fue la longitud, diámetro y peso de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en la localidad de Alzayanca en Tlaxcala. En el año 2000 en el mes de septiembre se realizó la recolección de conos de 15 árboles de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* que tenían una altura promedio de 10 m y diámetro promedio de 86 cm., se seleccionaron 10 conos para ser evaluados, se realizó el análisis de varianza con el programa estadístico Statistica y

también la comparación de medias de Tukey. Como resultado que se obtuvieron en dicho estudio de los conos fue de una longitud promedio de 3.796 cm y un diámetro promedio de 3.514 cm. Para ambas características que se evaluaron se observa que la mayoría de los árboles presentaron el 75% o más de sus conos por arriba de los promedios generales, en cuanto a las semillas se obtuvo un promedio para la longitud de 1.274 cm, ancho 0.717 cm y para el peso 0.375 mg dicho estudio de acuerdo con el análisis de varianza que se realizaron en las variables de conos y semillas, se encontraron que hay diferencias significativas en todas ellas entre los árboles de esa comunidad (Sanchez Tamayo y otros, 2002).

Para poder realizar este trabajo se seleccionaron 10 árboles con las mejores características de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en la región de Perote Veracruz, México, a los cuales se les colectaron 20 conos, con los datos obtenidos se realizaron análisis de varianza, graficas de cajas de alambre y comparación de medias por el método de Tukey con el programa Statistica. Se obtuvo un promedio de 26.8 en cuanto al potencial de semillas, 11.8 para la cantidad total de semillas desarrolladas y un 44.6 en el porcentaje de semillas que alcanzaron el desarrollo. Las características evaluadas de la producción de semillas mostraron diferencias significativas entre árboles (García Fernández y otros, 2014).

En este trabajo de tesis se realizó un análisis de semillas de *Pinus cembroides* Zucc provenientes de del ejido la Florida, municipio del Cardonal, Hidalgo, la cual es un área que está bajo un programa de manejo para el aprovechamiento de recursos forestales no maderables, solo 13 de los 73 árboles fueron sometidos análisis para determinar si las condiciones del terreno, la edad, color de las semillas tienen alguna influencia sobre la producción. A las semillas se les evaluó la longitud, diámetro, grueso y el peso, a las mismas se les realizó pruebas de pureza, contenido de humedad, viabilidad, la anatomía de las semillas y la germinación.

Las semillas tuvieron medidas promedio, longitud de 1.34 cm, ancho 0.85 cm, grueso 0.76 y el peso 0.45g, con un porcentaje de pureza promedio de 99.17% y un contenido de humedad promedio de 8.15%.

Reportan que las características del terreno influyen en la producción de semillas y que las exposiciones reportan mayor influencia en las exposiciones sur, suroeste siendo las más productivas, la edad influye en la producción de conos, ya que la edad comercial

empieza aproximadamente a los 40 años, de igual manera las características dasométricas ya que una copa vigorosa, bien desarrollada y con un buen fenotipo tiene mejor producción de semillas (Salinas Zarate, 2018).

Mencionan el peso de las semillas por color, las semillas rojas tuvieron un promedio de 0.450 g, las semillas amarillas y negras con promedio de 0.421 g, con una longitud de semillas de los tres grupos de semillas de 14.02 mm, en diámetro con 8.27 mm (Martí Llurba y otros, 2020).

Menciona para una unidad productora de germoplasma forestal (UPGF), la altura de los árboles seleccionados vario de 2.3 hasta 12.1 m, el 65 % del arbolado presento una altura mayor a los 6 m, el diámetro vario de 6 hasta 61 cm con un promedio de 27 cm (Lagos Santos, 2021).

Menciona para una reforestación de *Pinus cembroides* en Zapalinamé, Coahuila, una altura promedio de las cuatro áreas de estudio de 3.82 m, en el caso del diámetro fue de 12.87 cm y para la cobertura tuvo un valor de 2.16 m² (Flores Hernández , 2016).

Menciona para el municipio de Aramberri, Nuevo León una altura promedio para *Pinus cembroides* con un valor de 5.89 m, diámetro con 8.41 cm y cobertura de 10.21 m²/ha (Díaz Cruz , 2016).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Área de estudio

El presente estudio se realizó en una plantación de *Pinus cembroides* Zucc. ubicada en el Rancho La Cueva, Municipio de Acatlán, Hidalgo. La plantación es joven de 18 años, cuenta con 406 árboles y cubren una superficie de 0.48 ha.

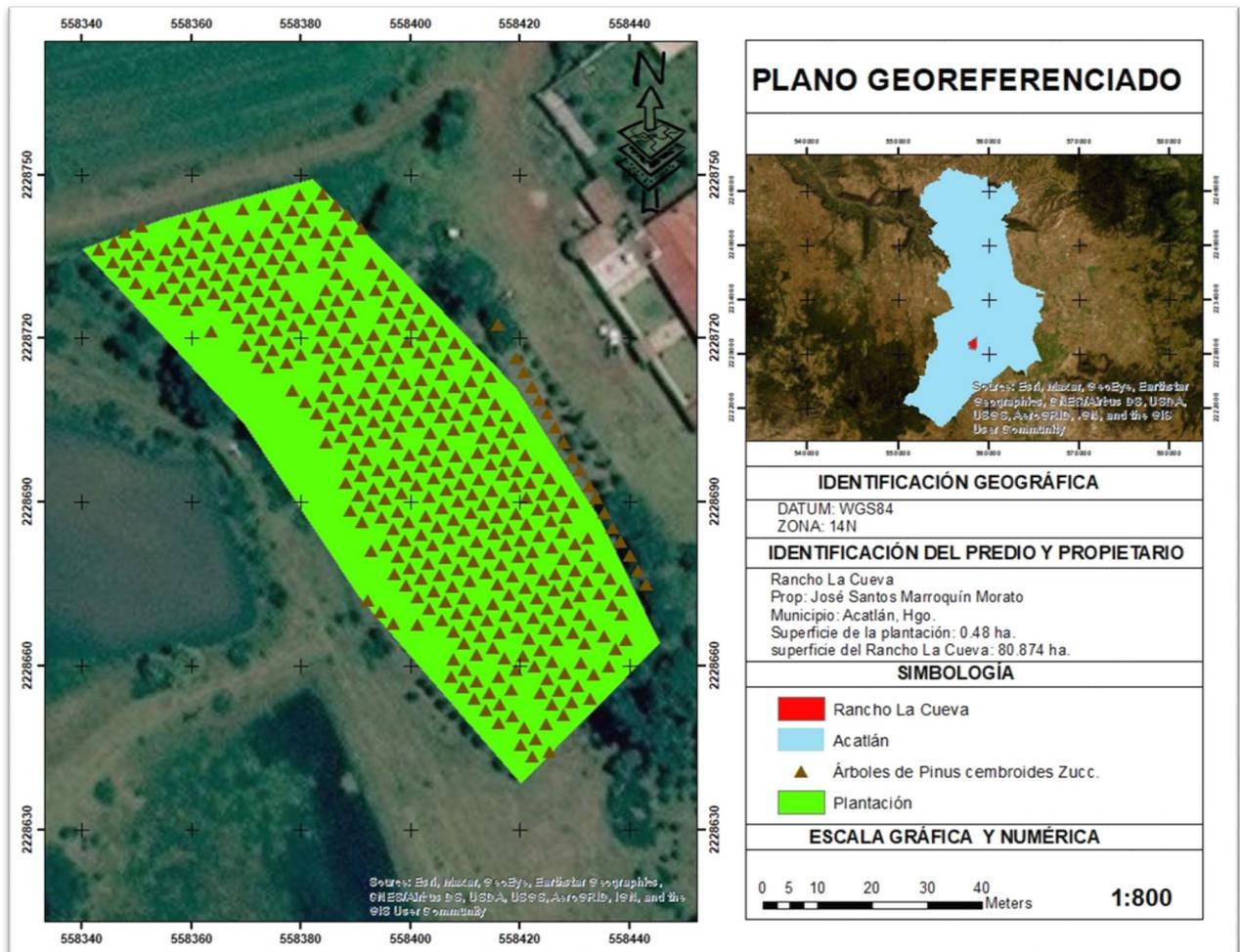


Figura 1. Ubicación del área de estudio.

4.2. Características ambientales del área de estudio

4.2.1. Clima

El tipo de clima en el área de estudio es de tipo C(wo) templado subhúmedo con una temperatura media anual entre 12°C y 18°C, con una temperatura en el mes más frío entre -3°C y 18°C, en el mes más caliente con una temperatura de 22°C, la precipitación media anual oscila entre 600 a 800 milímetros (García, 1998).

4.2.2. Hidrología

En la presente área de estudio se ubica en la Región Hidrológica 26 del “RÍO PHANUCO”, en la cuenca “D” del “RÍO MOCTEZUMA” en la subcuenca “V” del “RÍO METZTITLÁN”. (CONAGUA, 2007; CNA, 1998 y CONABIO, 1998).

4.2.3. Edafología

El suelo presente en esta área es de tipo Feozem Háplico (INIFAP-CONABIO, 1995).

Feozem del griego *phios*, negruzco y del ruso *zemlja*, tierra, es rica en materia orgánica y de un color oscuro, Feozem háplico del griego *haplos*, suelos con secuencia de horizonte simple y normal (FAO-Unesco, 1976).

4.2.4. Vegetación

En el área de estudio, según el Instituto Nacional de Estadística y Geografía, presenta agricultura de riego anual y semipermanente (INIFAP-CONABIO, 1995).

4.3. Determinación y evaluación de las variables del arbolado

4.3.1. Altura

Se realizó la medición de las alturas de cada uno de los árboles de *P. cembroides*, con ayuda de una escalera de tijera y una regla telemétrica, mientras que una persona, se sube a la escalera para poder observar que coincida la yema apical dominante del *Pinus cembroides* Zucc con la punta de la regla telemétrica (Figura 2A), la otra persona se coloca abajo del árbol con la regla telemétrica, para ir desplegando la regla telemétrica poco a poco hasta llegar a coincidir con la punta de la yema apical dominante y la punta de la regla (Figura 2B).

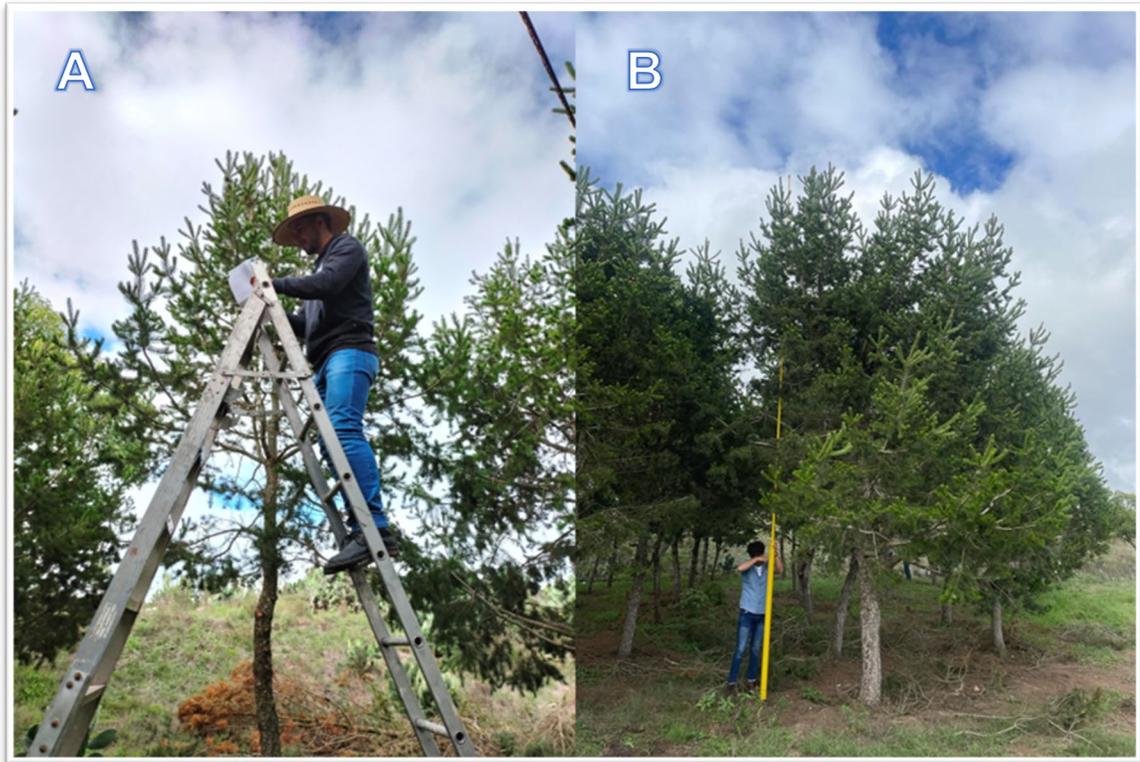


Figura 2. Medición de alturas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.3.2. Diámetro

Para realizar la medición de los diámetros de los árboles de la plantación, se realizó a una altura de 30 centímetros del suelo, se cortó un palo de madera de 30 centímetros de longitud el cual sirvió de referencia para hacer la medición de los diámetros de todos los árboles de la plantación.

El palo de madera se colocó en la superficie del suelo, pegado al fuste del árbol, al final del palo de madera se realizó la medición del diámetro (Figura 3. A), con la cinta métrica (Forestry Suppliers Inc. 800-647-5368 Jackson MS), para la medición de los árboles que tenían el fuste inclinado, la medición se realizó del lado del fuste que con el suelo forma un ángulo (Figura 3B).



Figura 3. Medición de diámetros de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.3.3. Cobertura

Se realizó la medición de la cobertura de cada uno de los individuos, se tomaron dos mediciones la primera de exposición Norte-Sur (Figura 4A), la segunda de Este-Oeste (Figura 4B), con ayuda de una cinta métrica. Para obtener el diámetro de la copa, a ambas direcciones tomadas se les sacó un promedio, para obtener el área basal, al promedio obtenido se elevó al cuadrado y se multiplicó por 0.7854.



Figura 4. Medición de coberturas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.4. Cuantificación de la producción de conos femeninos

La colecta de conos se llevó a cabo a finales del mes de septiembre y principios de octubre del año 2022, la colecta de los conos se realizó de forma manual con ayuda de una escalera de tijera (Figura 5A).

Se recolectaron todos los conos de cada uno de los árboles que tuvieron producción, posteriormente se contaron cuantos conos produjo cada árbol y fueron etiquetados y almacenados en bolsas de papel (Figura 5B), después fueron enviados al laboratorio de Semillas Forestales del Centro de Investigaciones Forestales de la Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, en Tulancingo de Bravo, Hidalgo.



Figura 5. Colecta de conos de forma manual de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.5. Determinación y evaluación de las variables de los conos

4.5.1. Peso fresco

Se pesaron todos los conos de cada uno de los árboles que tuvieron producción, se pesaron en una báscula electrónica (marca ADAM Modelo AQT-600), (Figura 6A) después de a verlos pesado se seleccionaron al azar 40 conos, los cuales fueron etiquetados con el número de árbol y el número de cono, posteriormente fue pesado cada cono individualmente (Figura 6B), algunos árboles no alcanzaron a producir los cuarenta conos deseados, así que se tomaron en cuenta todos los conos que produjo el árbol, para realizar las mediciones correspondientes.

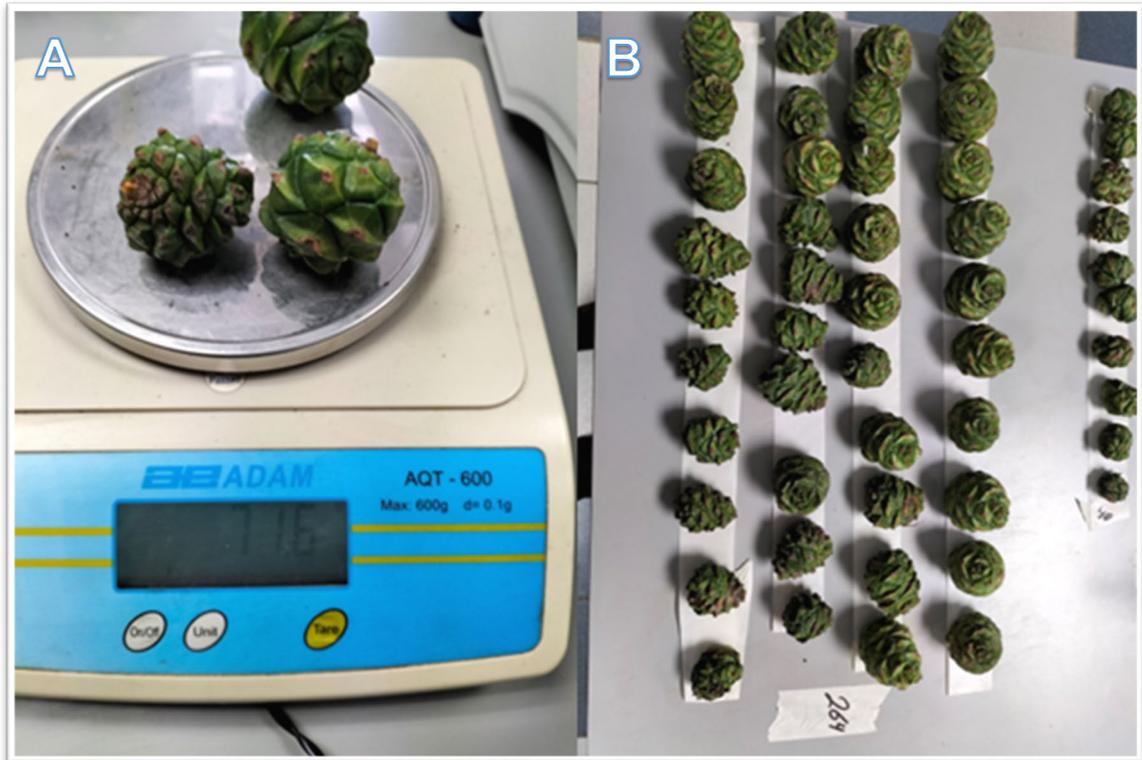


Figura 6. Peso fresco de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.5.2. Peso anhidro

Para obtener el peso anhidro de los conos, los conos se pusieron en el invernadero hasta perder un poco de humedad, posteriormente se les extrajo toda la semilla a cada uno de los conos de forma manual, los conos fueron almacenados y etiquetados en bolsas de papel con el número de árbol y el número de cono correspondiente, se metieron en horno de secado (marca GRIEVE, modelo LW-201C), a 40 °C hasta obtener peso anhidro (Figura 7A), posteriormente los conos fueron pesados en una báscula electrónica (marca ADAM Modelo AQT-600), (Figura 7B).



Figura 7. Secado de conos para obtener el peso anhidro de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.5.3. Longitud

Se llevó a cabo la medición de la longitud de los conos, se midió desde la base hasta la punta del cono con ayuda de un vernier digital con aproximación a centésimas de mm (marca Mitutoyo 500-196 CD-6"CS ABSOLUTA DIGIMATIC) (Figura 8).



Figura 8. Medición de la longitud de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.5.4. Diámetro

Se llevó a cabo la medición del diámetro de los conos, se tomaron dos medidas en la parte central del cono con ayuda de un vernier digital con aproximación a centésimas de mm (marca Mitutoyo 500-196 CD-6"CS ABSOLUTA DIGIMATIC). Para obtener el dato del diámetro del cono se obtuvo el promedio de las dos mediciones (Figura 9).

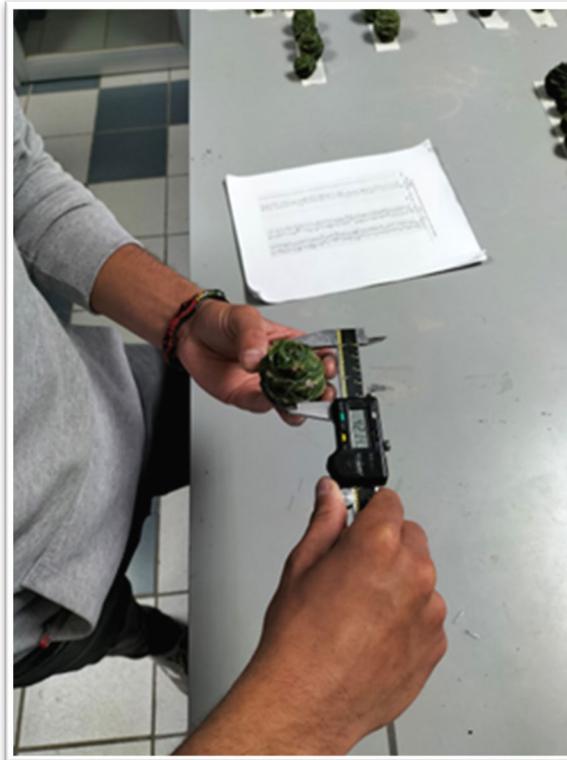


Figura 9. Medición del diámetro de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.5.5 Número de semillas producidas por cono

Para la extracción de las semillas, los conos fueron llevados al invernadero durante dos semanas, previamente etiquetados con el número de árbol y número de cono, para que los conos perdieran un poco de humedad. Los conos comenzaron a abrir por la pérdida de humedad, se procedió a extraer todas las semillas de cada uno de los conos y se extrajeron de forma manual (Figura 10A). Las semillas se consideraron completas cuando la semilla tuvo el tamaño completamente desarrollado (Figura 10B) y abortiva cuando la semilla no tuvo un crecimiento adecuado (Figura 10C).

Las semillas que se obtuvieron fueron almacenadas en una bolsa de papel previamente etiquetadas con el número del árbol, número de cono y el número de semillas completas y abortivas (Figura 10D).

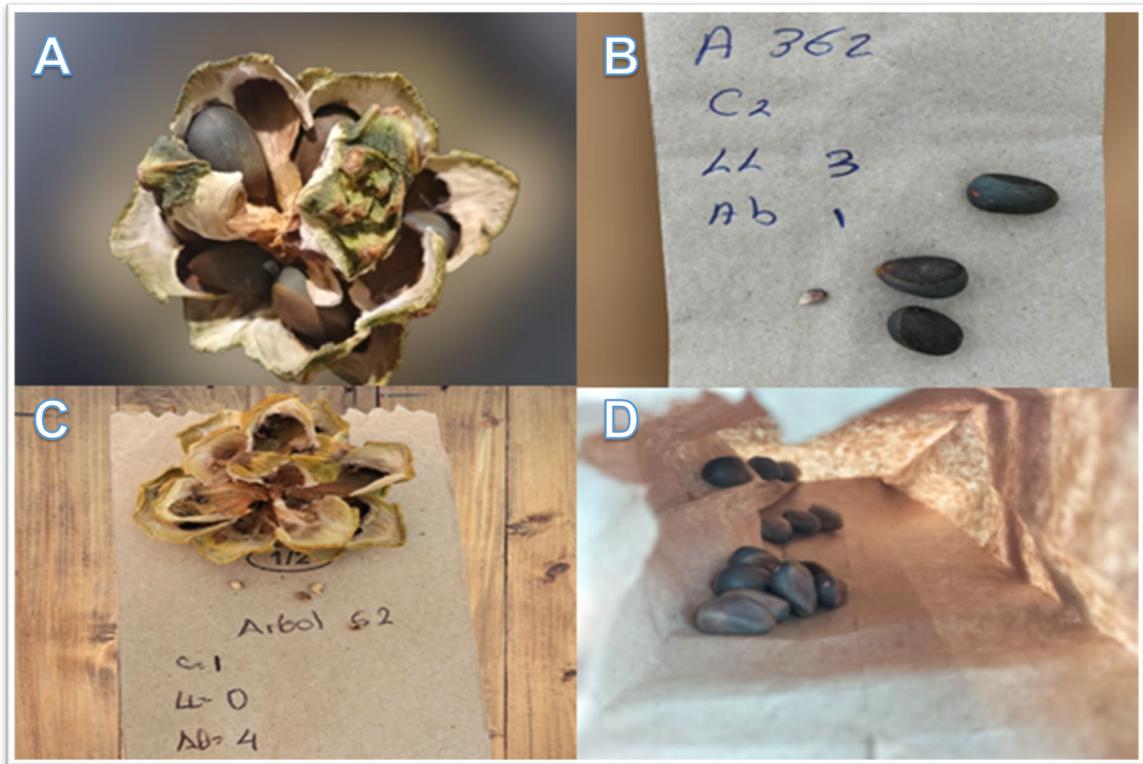


Figura 10. Extracción de semillas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.6. Determinación y evaluación de las variables de las semillas

4.6.1. Viabilidad

Para realizar el método de flotación se hizo con 80% de agua y 20% de alcohol, se juntaron todas las semillas por árbol de los conos que fueron pesados y medidos, se depositaron en una jarra de plástico, las semillas que están vanas flotan (Figura 11A), las semillas que están llenas se hundieron (Figura 11B), se pusieron aparte todas las semillas que flotaron son las semillas vanas (Figura 11C), las que se hundieron son las semillas llenas se colocaron en una charola de unicel la cual fue etiquetada con el número del árbol (Figura 11D).

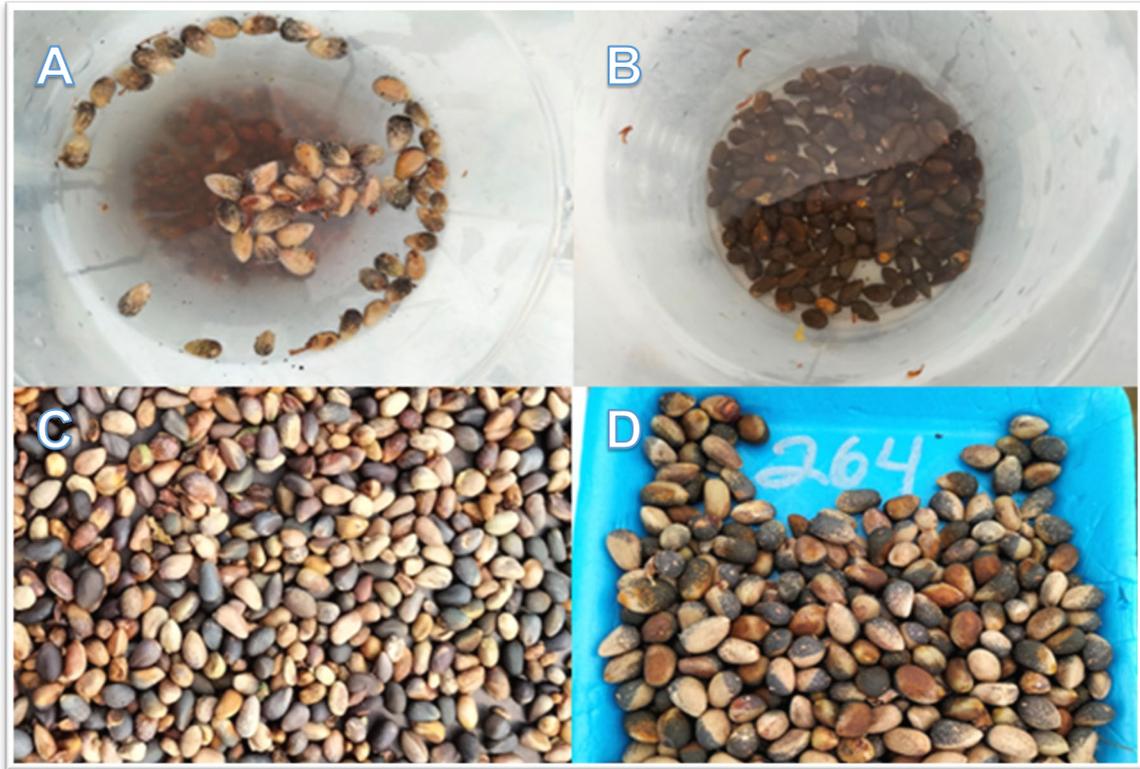


Figura 11. Viabilidad de las semillas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.6.2. Peso

Después de haber realizado el método de flotación, se seleccionaron al azar cuarenta semillas por árbol, hubo árboles que ya no alcanzaron a obtener las cuarenta semillas viables, así que se tomaron en cuenta las que había, las semillas fueron etiquetadas con el número de árbol y el número de semillas (Figura 12A).

Las semillas fueron pesadas individualmente en una báscula analítica con exactitud a milésimas de g (Figura 12B).

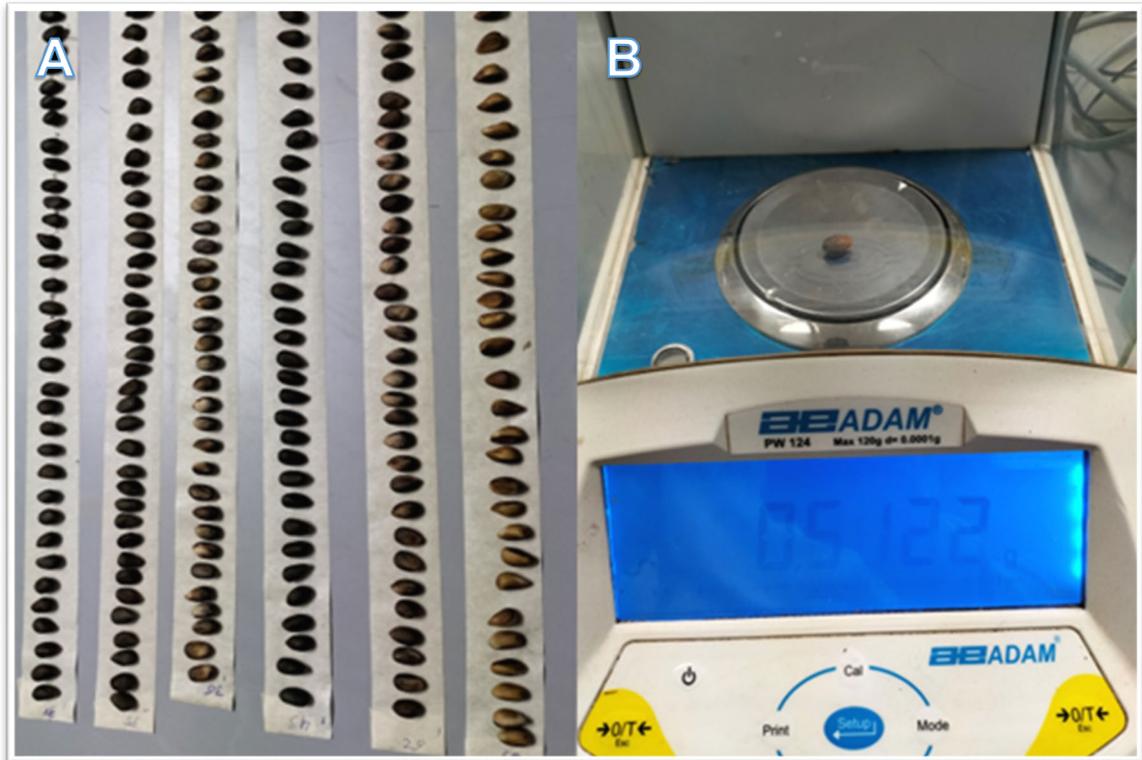


Figura 12. Peso de las semillas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.6.3. Longitud

Se llevó a cabo la medición de la longitud de las semillas desde la base hasta la punta con ayuda de un vernier digital con aproximación a centésimas de mm (marca Mitutoyo 500-196 CD-6"CS ABSOLUTA DIGIMATIC) (Figura 13).



Figura 13. Medición de la longitud de las semillas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.6.4. Diámetro

Se llevó a cabo la medición del diámetro de las semillas, se tomaron dos medidas en la parte central de las semillas con ayuda de un vernier digital con aproximación a centésimas de mm (marca Mitutoyo 500-196 CD-6"CS ABSOLUTA DIGIMATIC). Para obtener el dato del diámetro de las semillas se obtuvo el promedio de las dos mediciones (Figura 14).



Figura 14. Medición del diámetro de las semillas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

4.7. Análisis de datos

Todas las variables se analizaron mediante análisis de varianza completamente al azar, con las variables que salieron con diferencia estadística significativa se procedió a realizar la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia del 0.05, el software que se utilizó fue IBM SPSS Statistics 25. El modelo estadístico utilizado fue.

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

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

μ = es el promedio general si no se hubiese aplicado ningún tratamiento.

τ_i = es el efecto del tratamiento i .

ε_{ij} = es el error experimental cometido en la repetición j del tratamiento i .

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A continuación, se describen los diferentes resultados encontrados de cada variable analizada.

5.1 Determinación y evaluación de las variables del arbolado

5.1.1. Altura

De acuerdo con lo analizado en el Cuadro 1, se encontró que el individuo más alto muestra un valor de 10.06 m mientras que el árbol más bajo cuenta con 2.56 m (árbol 2 y 315 respectivamente); se puede percibir que el 57% de los individuos se encuentran dentro del intervalo 5.56-7.06 m; cabe resaltar que únicamente el 2% supera los 8.5 m de altura.

Cuadro 1. Tabla de frecuencia de alturas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Altura (m)						
Clase		Valor medio	Fa	Fr	Fa (a)	Fr (a)
2.56	4.06	3.31	9	0.02	9	0.022
4.06	5.56	4.81	59	0.15	68	0.167
5.56	7.06	6.31	231	0.57	299	0.736
7.06	8.56	7.81	98	0.24	397	0.978
8.56	10.06	9.31	9	0.02	406.00	1.000

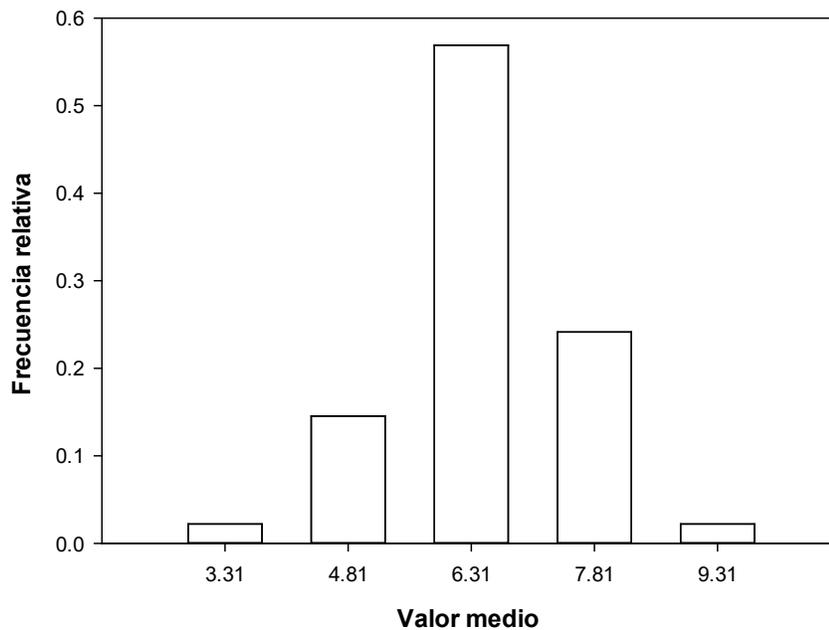


Figura 15. Frecuencia de alturas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Mencionan para *Pinus pseudostrobus* Lindl en 3 poblaciones naturales de la Sierra Madre Oriental, del municipio de Iturbide, en Nuevo León con una altura promedio entre los sitios de 17.8 m (Domínguez Calleros y otros, 2016).

Reporta para un bosque de *Pinus cembroides* en exposición norte donde se encontraron individuos con alturas promedio para *Pinus cembroides* con 5.73 m, *Juniperus flácida* con 5.45 m, *Casimiroa pubescens* Ram con 2.80 m, y en exposición sur se encontró *Pinus cembroides* con 5.13 m (Meza Álvarez, 2006).

Señala para una unidad productora de germoplasma forestal (UPGF), la altura de los árboles seleccionados vario de 2.3 hasta 12.1 m, el 65 % del arbolado presento una altura mayor a los 6 m (Lagos Santos, 2021).

Indica para una reforestación de *Pinus cembroides* en Zapalinamé, Coahuila, una altura promedio de las cuatro áreas de estudio de 3.82 m (Flores Hernández , 2016).

Consigan para el municipio de Aramberri, Nuevo León una altura promedio para *Pinus cembroides* con un valor de 5.89 m (Díaz Cruz , 2016).

Aluden para dos especies de *Pinus* en Miquihuana, Tamaulipas una altura promedio para *Pinus nelsonii* con 3.6 m, y para *Pinus cembroides*, con un valor de 2.9 m (Fernando Luis y otros, 2015).

Mencionan para *Pinus pseudostrobus* con un promedio para la altura de 15.35 m, y para *Pinus montezumae* 9.31 m (Hernández Ramos y otros, 2022).

5.1.2. Diámetro

De acuerdo con lo analizado en el Cuadro 2, se encontró que el individuo con el mayor diámetro muestra un valor de 26 cm mientras que el árbol de menor diámetro cuenta con 5.90 cm (árbol 17 y 315 respectivamente); se puede percibir que el 60% de los individuos se encuentran dentro del intervalo 13.94-17.96 cm; cabe resaltar que únicamente el 1 % supera los 21.9 cm de diámetro.

Cuadro 2. Tabla de frecuencia de diámetros de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Diámetro (cm)						
Clase		Valor medio	Fa	Fr	Fa (a)	Fr (a)
5.90	9.92	7.91	17	0.04	17	0.042
9.92	13.94	11.93	100	0.25	117	0.288
13.94	17.96	15.95	244	0.60	361	0.889
17.96	21.98	19.97	39	0.10	400	0.985
21.98	26.00	23.99	6	0.01	406.00	1.000

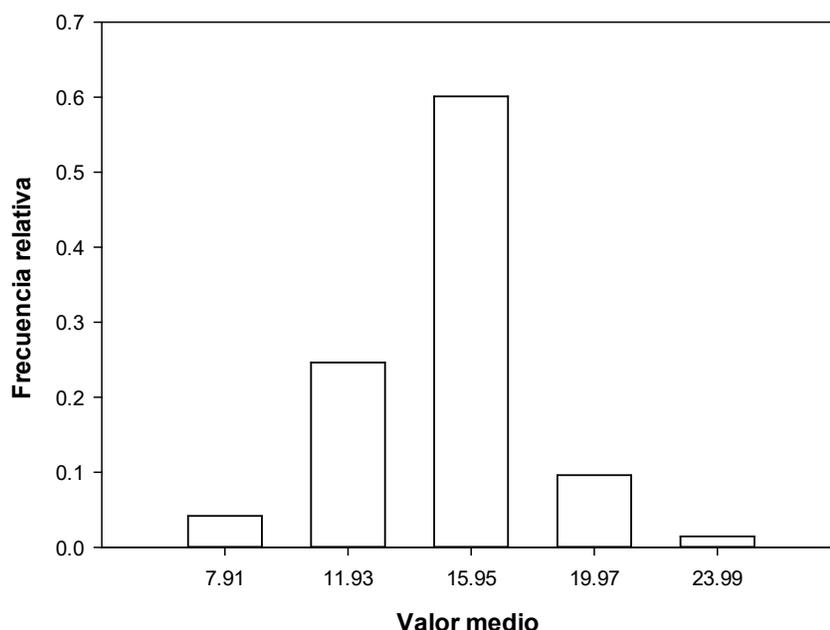


Figura 16. Frecuencia de diámetros de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Reportan para *Pinus pseudostrobus* Lindl en 3 poblaciones naturales de la Sierra Madre Oriental, del municipio de Iturbide, en Nuevo León con un diámetro promedio entre los sitios de 38.5 cm (Domínguez Calleros y otros, 2016). Indica para una unidad productora de germoplasma forestal (UPGF) el diámetro de árboles seleccionados vario de 6 hasta 61 cm con un promedio de 27 cm (Lagos Santos, 2021). Señala para una reforestación de *Pinus cembroides* en Zapalinamé, Coahuila, un diámetro promedio de las cuatro áreas de estudio de 12.87 cm (Flores Hernández , 2016). Menciona para el municipio de Aramberri, Nuevo León un diámetro promedio para *Pinus cembroides* con un valor de 8.41 cm (Díaz Cruz , 2016). Manifiestan para dos especies de *Pinus* en Miquihuana, Tamaulipas un diámetro promedio para *Pinus nelsonii* con 10.7 cm, y para *Pinus cembroides*, con un valor de 10.7 cm (Fernando Luis y otros, 2015). Declaran para *Pinus pseudostrobus* con un promedio para el diámetro de 26.16 cm y para *Pinus montezumae* 17.44 cm (Hernández Ramos y otros, 2022).

5.1.3. Cobertura

De acuerdo con lo analizado en el Cuadro 3, se encontró que el individuo con mayor cobertura muestra un valor de 24.85 m² mientras que el árbol de menor cobertura cuenta con 1.08 m² (árbol 187 y 429 respectivamente); se puede percibir que el 55% de los individuos se encuentran dentro del intervalo 5.83-10.59 m²; cabe resaltar que únicamente el 1 % supera los 20.10 m² de cobertura.

Cuadro 3. Tabla de frecuencia de coberturas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Cobertura (m ²)						
Clase		Valor medio	Fa	Fr	Fa (a)	Fr (a)
1.08	5.83	3.46	63	0.16	63	0.155
5.83	10.59	8.21	224	0.55	287	0.707
10.59	15.34	12.97	98	0.24	385	0.948
15.34	20.10	17.72	17	0.04	402	0.990
20.10	24.85	22.47	4	0.01	406.00	1.000

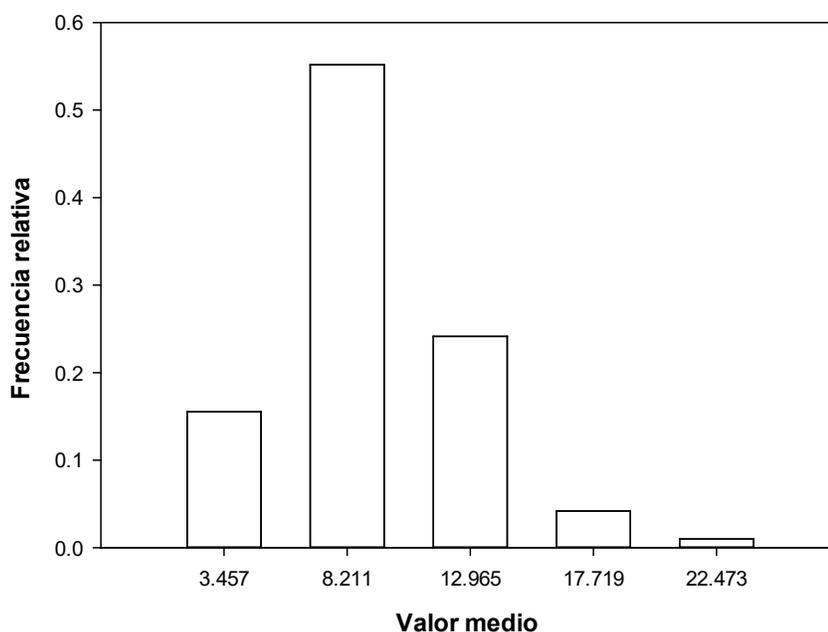


Figura 17. Frecuencia de coberturas de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Reportan para *Pinus pseudostrobus* Lindl en 3 poblaciones naturales de la Sierra Madre Oriental, del municipio de Iturbide, en Nuevo León con una cobertura de copa promedio entre los sitios de 79.12m² (Domínguez Calleros y otros, 2016). Consigna para una reforestación de *Pinus cembroides* en Zapalinamé, Coahuila, una cobertura promedio de las cuatro áreas de estudio de 2.16 m² (Flores Hernández , 2016). Menciona para el municipio de Aramberri, Nuevo León una cobertura promedio para *Pinus cembroides* con un valor de 10.21 m²/ha (Díaz Cruz , 2016). Declaran para dos especies de *Pinus* en Miquihuana, Tamaulipas una cobertura promedio para *Pinus nelsonii* con 4.2 m², y para *Pinus cembroides*, con un valor de 3.0 m² (Fernando Luis y otros, 2015).

Señalan para *Pinus pseudostrobus* con un promedio para la cobertura de la copa de 31.19 m² y para *Pinus montezumae* 21.85 m² (Hernández Ramos y otros, 2022).

5.2. Cuantificación de los conos femeninos

5.2.1. Producción de conos

La producción total de conos del Rancho La Cueva del año 2022, fue de 1,236 conos. La plantación actual cuenta con 406 árboles de los cuales del presente año solo produjeron 75 árboles lo que representa 18.47%. Árbol 22 fue el mayor productor con un total de 165 conos. El 56% de los árboles presentaron una producción de 1-6 conos, 32% de los árboles presentaron de 7-30, 12% de los árboles presentaron de 31-165 conos (Cuadro 4).

Cuadro 4. Tabla de producción de conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	conos vivos	conos muertos	Total de conos	Árbol	conos vivos	conos muertos	Total de conos
1	13	2	15	209	5	2	7
3	12	1	13	217	1	0	1
9	4	1	5	225	34	7	41
14	4	6	10	232	4	0	4
17	5	0	5	236	20	3	23
19	5	1	6	237	9	0	9
20	28	2	30	244	1	0	1
22	127	38	165	245	12	0	12
23	4	2	6	261	3	0	3
24	16	4	20	263	3	0	3
30	79	6	85	264	100	43	143
31	14	8	22	275	2	0	2
35	16	31	47	276	18	2	20
36	39	4	43	310	19	0	19
43	3	0	3	315	3	0	3
60	4	2	6	321	5	0	5
62	14	0	14	323	20	0	20
63	5	4	9	324	3	0	3
77	4	2	6	332	10	0	10
81	4	0	4	346	28	1	29
82	1	0	1	347	19	1	20
83	2	0	2	349	4	0	4
120	30	7	37	350	58	39	97
126	2	0	2	352	13	0	13
149	4	3	7	353	5	0	5
152	26	2	28	354	22	1	23
153	2	3	5	358	6	0	6
154	1	0	1	360	10	0	10
158	2	1	3	361	3	0	3
161	2	0	2	362	3	0	3
164	2	0	2	363	4	0	4
169	19	33	52	380	6	1	7
173	4	0	4	382	3	0	3
187	2	2	4	398	1	0	1
193	1	0	1	419	1	0	1
196	4	0	4	426	1	0	1
197	5	1	6	440	1	0	1
206	1	0	1				

Declara para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California, se colectaron conos de 109 árboles y solo 105 se tomaron en cuenta debido a la presencia de semillas llenas, con un total de 396 conos (Fernández Galindo, 2013). Menciona para cinco poblaciones naturales las cuales fueron estudiadas, dos en Querétaro y una en Hidalgo para *Pinus cembroides* Zucc, una en Puebla y la otra en Tlaxcala para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* reporta un total de 750 conos (Hernández Anguiano , 2016). Reporta para *Pinus pinceana* Gordon en dos poblaciones ubicadas en San Cristóbal y El Arenalito en el municipio el Cardonal, Hidalgo para tres años consecutivos, 2001, 2002 y 2003, se seleccionaron 25 árboles por población, con una producción total de conos en el 2001 con 2188, 2002 con 747 y en 2003 con 695 conos (Quiroz Vázquez y otros, 2017). Señalan para *Pinus greggii* en un programa de mejoramiento forestal del estado de Veracruz, 376 árboles fueron evaluados, 162 corresponden a Huayacocotla y 214 a Naolinco, con un total de 3157 estróbilos femeninos, 983 estróbilos provienen de Huayacocotla y 2174 de Naolinco (Mendizábal Hernández y otros, 2017). Manifiestan que a partir de una polinización controlada en una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en Cerro de León, Municipio de Villa Aldama, Veracruz, reporta un total de 60 estróbilos polinizados de los cuales solo se recolectaron 16 de 11 árboles, lo que representa un 26.66% de éxito de la polinización controlada (Landa Rodríguez y otros, 2019). Consignan para una plantación de *Pinus oaxacana* en los Molinos, Perote Veracruz, a los 15 años de su establecimiento, un total de 170 conos de 17 árboles de 3 procedencias (Ramírez García y otros, 2022). Aluden para *Pinus pseudostrobus* var. *Oaxacana* una colecta total de 1058 conos de 42 árboles durante noviembre y diciembre del 2017 (Aragón Peralta y otros, 2020).

5.3. Determinación y evaluación de las variables de los conos

A continuación, se describen las variables cuantificadas a los conos colectados.

5.3.1. Peso fresco

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para el peso fresco de los conos (Cuadro 5). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en tres grupos (Cuadro 6), el primero con un valor promedio de 25.72 g, el segundo con un valor promedio de 19.42 g, el tercero un valor promedio de 14.02 g.

Cuadro 5. Tabla del análisis de varianza del peso fresco de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	1892.736	9	210.304	9.584	0
Error	877.752	40	21.944		
Total	2770.488	49			

Cuadro 6. Tabla de pruebas de medias de Duncan para el peso fresco de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05		
	3	2	1
120	11.8680		
225	12.6480		
35	13.9020		
350	14.7420		
169	16.9400	16.9400	
36		21.9060	21.9060
264			25.5700
20			26.3980
30			27.2740
22			27.4720
Sig.	0.134	0.102	0.100

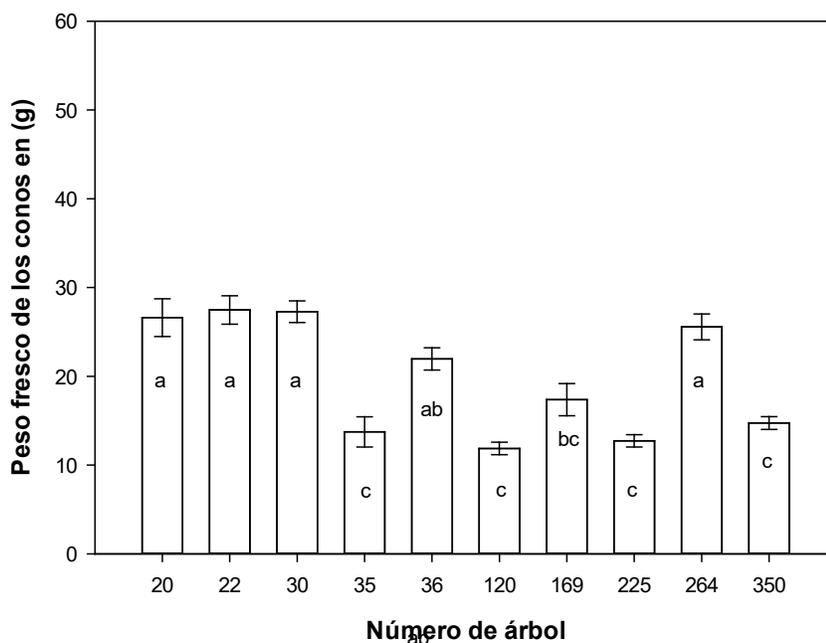


Figura 18. Peso fresco de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Manifiestan para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo un peso fresco promedio de 8.08 g (González Ávalos y otros, 2006).

Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para el peso fresco de la procedencia La Mesa un promedio de 20.10 g, San Miguel Tlazintla con un promedio de 18.88 g, Pontadhó con 14.13 g (Romero González, 2005). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para el peso fresco en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores de 0.620 kg, 0.602 kg, 0.600 kg, 0.336 kg, 0.543 kg (Fernández Galindo, 2013). Menciona para *Pinus pseudostrobus* var. *Oaxacana* en la Sierra Norte de Oaxaca un promedio para el peso verde de los conos con un valor de 155 g (Aragón Peralta y otros, 2020). Menciona para *Pinus patula* var. *longipedunculata* en el estado de Oaxaca, los conos que tuvieron mayor peso fresco para el árbol 9 con 41.1 g y el árbol 3 con 40.6 g (Hernández Hernández y otros, 2019).

5.3.2. Peso anhidro

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para el peso anhidro de los conos (Cuadro 7). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en cuatro grupos (Cuadro 8), el primero con un valor promedio de 6.01 g, el segundo con un valor promedio de 5.66 g, el tercero un valor promedio de 3.64 g, el cuarto con un valor promedio de 3.09 g.

Cuadro 7. Tabla del análisis de varianza del peso anhidro de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	87.488	9	9.721	13.358	0
Error	29.108	40	0.728		
Total	116.597	49			

Cuadro 8. Tabla de pruebas de medias de Duncan para el peso anhidro de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05			
	4	3	2	1
120	2.4300			
225	3.2760	3.2760		
35	3.5540	3.5540		
169		3.8420		
350		3.8980		
36			5.1820	
30			5.5660	5.5660
264			5.7540	5.7540
20			6.1500	6.1500
22				6.5680
Sig.	0.055	0.302	0.108	0.097

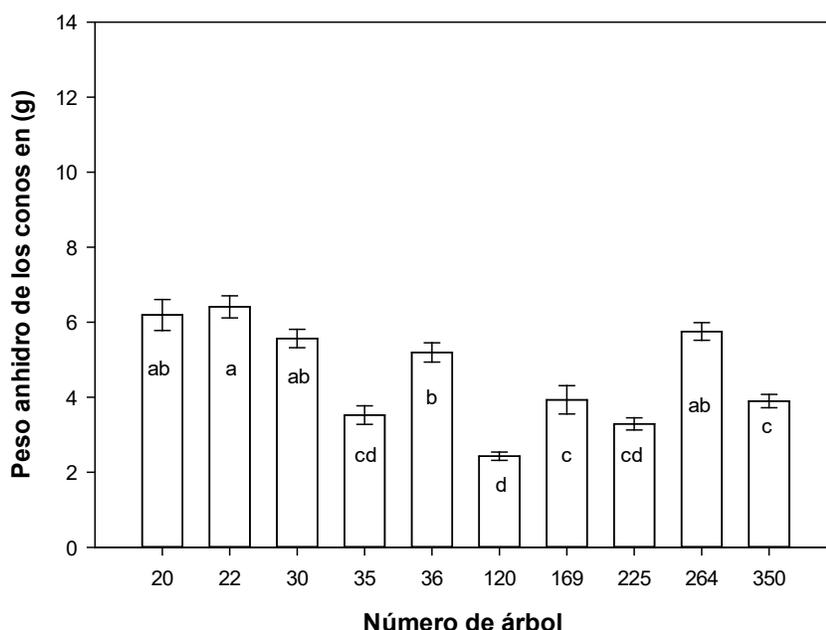


Figura 19. Peso anhidro de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo un peso seco promedio de 2.32 g (González Ávalos y otros, 2006).

Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para el peso seco de la procedencia La mesa un promedio de 4.13 g, San Miguel Tlazintla con un promedio de 4.05 g, Pontadhó con 3.08 g (Romero González, 2005)

Menciona para cinco poblaciones naturales las cuales fueron estudiadas, dos en Querétaro y una en Hidalgo para *Pinus cembroides* Zucc, una en Puebla y la otra en Tlaxcala para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* reporta un valor promedio para *Pinus cembroides* Zucc con 5.14 g y para *P. orizabensis* con 4.97 g (Hernández Anguiano , 2016). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para el peso seco en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores de 0.530 kg, 0.498 kg, 0.488 kg, 0.280 kg, 0.466 kg (Fernández Galindo, 2013). Menciona para *Pinus pinceana* Gordon en dos poblaciones ubicadas en San

Cristóbal y El arenalito en el municipio el Cardonal, Hidalgo para tres años consecutivos, 2001, 2002 y 2003 reporta valores promedios para el peso seco de los conos, San Cristóbal en 2001 con 16.9 g, 2002 con 14.1 g y 2003 con 13.28 g, El Arenalito en 2001 con 14.1 g, 2002 con 12.0 g y 2003 con 11.4 g (Quiroz Vázquez y otros, 2017). Este autor menciona para *Pinus coulteri* D. Don en dos poblaciones en Baja California con un valor promedio para las dos poblaciones para el peso seco de 0.516 kg (García Moreno, 2012). Menciona para cuatro poblaciones naturales de *Pinus nelsonii* Shaw un valor promedio para el peso seco del cono de 38.59 g (Pérez Díaz , 2018). Menciona para *Pinus pinceana* Gordon en ocho poblaciones con un valor promedio para el peso del cono de 16.67 g (Hernández Sánchez , 2006). Estos autores mencionan para *Pinus leiophylla* con un peso seco promedio de 15.2 g (Gómez Jiménez y otros, 2010). Menciona para *Pinus maximartinezii* ubicada en Juchipila en el cerro de piñones en la Sierra de Morones con un peso promedio de 530 g (Cruz Hernández , 2012).

5.3.3. Longitud

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para la longitud de los conos (Cuadro 9). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en tres grupos (Cuadro 10), el primero con un valor promedio de 40.34 mm, el segundo con un valor promedio de 35.73 mm, el tercero con un valor promedio de 30.73 mm.

Cuadro 9. Tabla del análisis de varianza de la longitud de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	967.583	9	107.509	6.984	0
Error	615.725	40	15.393		
Total	1583.308	49			

Cuadro 10. Tabla de pruebas de medias de Duncan para la longitud de los conos *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05		
	3	2	1
225	28.5000		
169	29.2080		
350	29.3060		
35	29.4060		
120	31.0760		
20	33.4640	33.4640	
36	34.1280	34.1280	
22		36.7420	
30		38.5860	38.5860
264			42.0860
Sig.	0.054	0.065	0.166

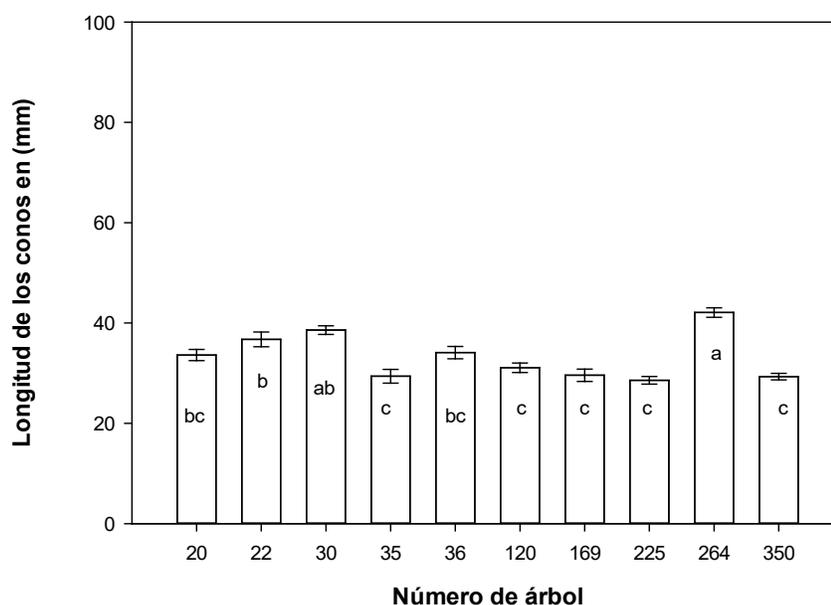


Figura 20. Longitud de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo una longitud promedio de 2.08 cm, para esa misma plantación, pero a los 16 años reporta una longitud de 2.70 cm (González Ávalos y otros, 2006). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para la longitud de la procedencia La mesa un promedio de 32.73

mm, San Miguel Tlazintla con un promedio de 31.37 mm, Pontadhó y El porvenir con un promedio de 29.72 mm, El Arenalito con un valor promedio de 25.50 mm (Romero González, 2005). Mencionan para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* obtuvieron una longitud promedio de 3.796 cm (Sanchez Tamayo y otros, 2002). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para la longitud en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores de 203.29 mm, 202.04 mm, 177.57 mm, 148.67 mm, 170.87 mm (Fernández Galindo, 2013). Menciona que a partir de una polinización controlada en una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en Cerro de León, Municipio de Villa Aldama, Veracruz, reporta una longitud promedio de 2.20 cm (Landa Rodríguez y otros, 2019). Este autor menciona para *Pinus coulteri* D. Don en dos poblaciones en Baja California con un valor promedio para las dos poblaciones para la longitud del cono de 191 mm (García Moreno, 2012). Mencionan para *Pinus pseudostrobus* Lindl en 3 poblaciones naturales de la Sierra Madre Oriental, del municipio de Iturbide, en Nuevo León, la población fue Santa Rosa, Iturbide, Bosque-Escuela con valores promedio para la longitud de 11.6 cm, 9.9 cm, 12.0 cm (Domínguez Calleros y otros, 2016). Menciona para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para la longitud de 114.10 mm (Morante Carriel y otros, 2005). Estos autores mencionan para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para el largo de los conos de 98.90 mm (Ramírez García y otros, 2007). Menciona para *Pinus cooperi* C.E. Blanco y *Pinus durangensis* Martínez en tres zonas, La Victoria, La Ciudad, San Sebastián en El salto, Pueblo Nuevo, Durango con un valor promedio para la longitud del cono de 6.4 cm, 6.8 cm, 5.6 cm y 6.0 cm, 6.3 cm, 5.8 cm (Martínez Rivas y otros, 2019). Menciona para *Pinus pinceana* Gordon en ocho poblaciones con un valor promedio para la longitud de 75.39 mm (Hernández Sánchez , 2006). Menciona para *Pinus oaxacana* ubicada en Los Molinos, Perote, Veracruz un promedio para la longitud del cono 100.68 mm (Alba Landa & Márquez Ramírez, 2006). Menciona para *Pinus maximartinezii* ubicada en Juchipila en el cerro de piñones en la Sierra de Morones con una longitud promedio de 197.93 mm (Cruz Hernández , 2012). Menciona para *Pinus maximartinezii* Rzedowski con valor promedio de la longitud del cono de 16.8

cm (García Nuñez & Eguiluz Piedra, 1985). Menciona para *Pinus chiapensis* un valor promedio para la longitud del cono de 99.18 mm (Hernández Jiménez y otros, 2014).

5.3.4 Diámetro

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para diámetro de los conos (Cuadro 11). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en seis grupos (Cuadro 12), el primero con un valor promedio de 34.06 mm, el segundo con un valor promedio de 33.12 mm, el tercero con un valor promedio de 31.47 mm, el cuarto con un valor promedio de 29.29 mm, el quinto con un valor promedio de 28.31 mm, el sexto con un valor promedio de 27.26 mm.

Cuadro 11. Tabla del análisis de varianza del diámetro de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	487.667	9	54.185	7.763	0.000
Error	279.185	40	6.980		
Total	766.852	49			

Cuadro 12. Tabla de pruebas de media de Duncan para el diámetro de los conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05					
	6	5	4	3	2	1
120	25.9220					
35	27.2480	27.2480				
225	27.8360	27.8360	27.8360			
350	28.0340	28.0340	28.0340			
169		30.1020	30.1020	30.1020		
36			31.1760	31.1760	31.1760	
264				33.1280	33.1280	33.1280
30					33.9320	33.9320
22					34.2320	34.2320
20						34.9540
Sig.	0.258	0.126	0.074	0.094	0.102	0.328

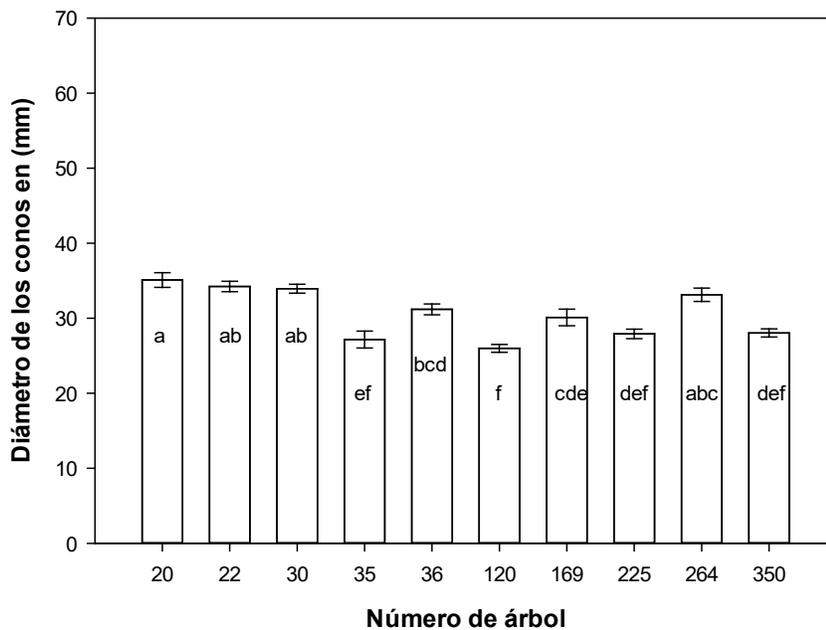


Figura 21. Diámetro de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo un diámetro promedio de 2.36 cm, para esa misma plantación, pero a los 16 años reporta un diámetro promedio de 2.38 cm (González Ávalos y otros, 2006). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para el diámetro de la procedencia La Mesa y San Miguel Tlazintla con un promedio de 33.07 mm, El porvenir y Pontadhó con un promedio de 30.64 mm, El Arenalito con un valor promedio de 27.66 mm (Romero González, 2005). Mencionan para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* obtuvieron un diámetro promedio de 3.514 cm (Sanchez Tamayo y otros, 2002). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para el diámetro en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores de 118.53 mm, 107.87 mm, 119.17 mm, 91.38 mm, 111.67 mm (Fernández Galindo, 2013). Mencionan para *Pinus pseudostrobus* Lindl en 3 poblaciones naturales de la Sierra Madre Oriental, del municipio de Iturbide, en Nuevo León, la población fue Santa Rosa, Iturbide, Bosque-Escuela con valores promedio para el diámetro de 5.5 cm,

5.2 cm, 4.6 cm (Domínguez Calleros y otros, 2016). Menciona para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para el diámetro de 38.58 mm (Morante Carriel y otros, 2005). Estos autores mencionan para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para el diámetro de los conos de 52.20 mm (Ramírez García y otros, 2007). Menciona para *Pinus cooperi* C.E. Blanco y *Pinus durangensis* Martínez en tres zonas, La Victoria, La Ciudad, San Sebastián en El salto, Pueblo Nuevo, Durango con un valor promedio para el diámetro de los conos 2.3 cm, 2.4 cm, 2.2 cm y 2.4 cm, 2.4 cm, 2.4 cm (Martínez Rivas y otros, 2019). Menciona para *Pinus oaxacana* ubicada en Los Molinos, Perote, Veracruz un promedio para el diámetro del cono 53.05 mm (Alba Landa & Márquez Ramírez, 2006). Menciona para *Pinus maximartinezii* Rzedowski con valor promedio del diámetro del cono de 12.1 cm (García Nuñez & Eguiluz Piedra, 1985). Menciona para *Pinus chiapensis* un valor promedio para el diámetro del cono de 26.40 mm (Hernández Jiménez y otros, 2014).

5.3.5 Número de semillas por cono

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para el número de semillas por conos (Cuadro 13). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en cuatro grupos (Cuadro 14), el primero con un valor promedio de 21.83, el segundo con un valor promedio de 12.56, el tercero con un valor promedio de 11.22, el cuarto con un valor promedio de 9.70.

Cuadro 13. Tabla del análisis de varianza del número de semillas por conos de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	779.270	9	86.586	10.653	0.000
Error	325.127	40	8.128		
Total	1104.397	49			

Cuadro 14. Tabla de pruebas de media de Duncan para el número de semillas por cono de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05			
	4	3	2	1
225	7.5780			
350	7.7280			
35	9.1680	9.1680		
36	10.7800	10.7800	10.7800	
169	11.4500	11.4500	11.4500	
20	11.5080	11.5080	11.5080	
120		13.2020	13.2020	
30			13.7260	
22			14.7020	
264				21.8260
Sig.	0.061	0.051	0.061	1.000

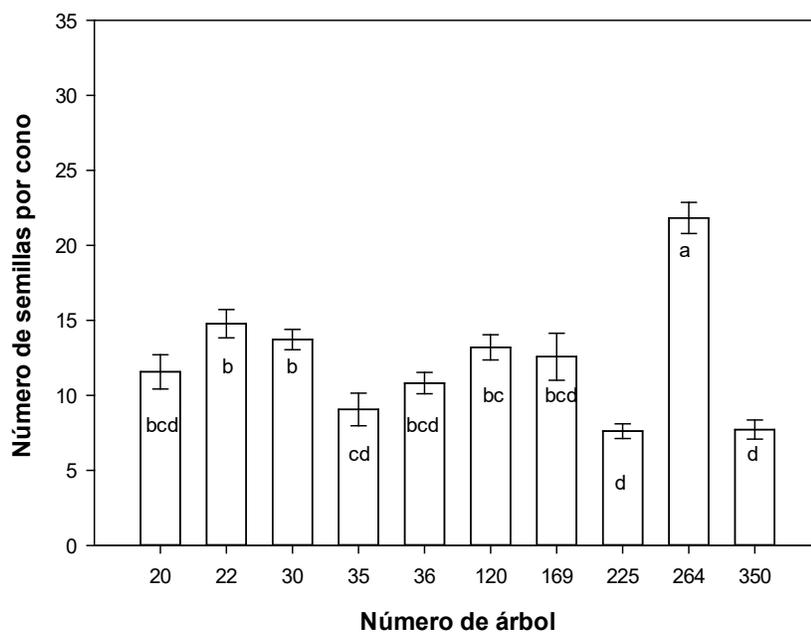


Figura 22. Número de semillas por cono de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo un promedio de 2.09 semillas por cono, para esa misma plantación, pero a los 16 años reporta un promedio de 2.09 semillas por cono

(González Ávalos y otros, 2006). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para el número de semillas por cono de la procedencia El Porvenir 15.01 semillas por cono, El Arenalito, San Miguel Tlazintla y La Mesa con un promedio 12.25 semillas por cono, Pontadhó con un promedio de 8.96 semillas por cono (Romero González, 2005). Menciona para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* d.k. Bailey de Altzayanca, Tlaxcala un promedio de 29 semillas por cono (Sánchez Tamayo y otros, 2005). Menciona para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de una plantación en la región de Perote, Veracruz, reporta un valor promedio para la potencial de producción de semillas fue 26.8 (García Fernández y otros, 2014). Menciona para cinco poblaciones naturales las cuales fueron estudiadas, dos en Querétaro y una en Hidalgo para *Pinus cembroides* Zucc, una en Puebla y la otra en Tlaxcala para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* reporta un valor promedio para *Pinus cembroides* Zucc con 19 y para *Pinus orizabensis* con 23.1 para el potencial de producción de semillas por cono (Hernández Anguiano , 2016). Menciona que a partir de una polinización controlada en una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en Cerro de León, Municipio de Villa Aldama, Veracruz, reporta un potencial de producción de semillas promedio de 25 semillas por cono (Landa Rodríguez y otros, 2019). Menciona para *Pinus pinceana* Gordon en dos poblaciones ubicadas en San Cristóbal y El arenalito en el municipio el Cardonal, Hidalgo para tres años consecutivos, 2001, 2002 y 2003 reporta valores promedios para el potencial de semillas, San Cristóbal en 2001 con 63.4, 2002 con 64.4 y 2003 con 56.3, El Arenalito en 2001 con 63.3, 2002 con 58.9 y 2003 con 53.0 (Quiroz Vázquez y otros, 2017). Estos autores mencionan para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para el potencial de semillas de 155 semillas por cono (Ramírez García y otros, 2007). Menciona para *Pinus cooperi* C.E. Blanco y *Pinus durangensis* Martínez en tres zonas, La Victoria, La Ciudad, San Sebastián en El salto, Pueblo Nuevo, Durango con un valor promedio para el potencial de semillas 91.70, 73.7, 64.8 y 62.2, 61.4, 54.0 (Martínez Rivas y otros, 2019). Menciona para *Pinus oaxacana* ubicada en Los Molinos, Perote, Veracruz un promedio para el potencial de producción de semillas 106.10 (Alba Landa & Márquez Ramírez, 2006). Estos autores mencionan para *Pinus leiophylla* con un

potencial promedio de semillas por cono de 108 (Gómez Jiménez y otros, 2010). Menciona para plantación de *Pinus greggii* Engelm, en tres años consecutivos el potencial de producción de semilla promedio por año, en 2002 con 152.50, 2003 con 170.93 y 2004 con 151.98 semillas por año (Alba Landa, Márquez Ramírez, & Bárcenas Cortina, 2005)

5.4. Determinación y evaluación de las variables de las semillas

En los siguientes cuadros y graficas se presentan los resultados de la medición de las semillas.

5.4.1 Viabilidad

De acuerdo con lo analizado se encontró que el individuo con el mayor número de semillas llenas muestra un valor de 170, mientras que el árbol con el menor número de semillas llenas cuentas con 2 (árbol 24 y 193 respectivamente); cabe resaltar que los individuos con el 100% de semillas llenas se encuentra el árbol 43 y 193 (Cuadro 15).

Cuadro 15. Tabla de viabilidad de las semillas por árbol de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Semillas producidas	Semillas llenas	% de semillas llenas
19	46	45	97.83
24	179	170	94.97
35	78	68	87.18
43	43	43	100.00
60	9	8	88.89
63	37	33	89.19
77	11	10	90.91
161	30	27	90.00
164	27	23	85.19
193	2	2	100.00

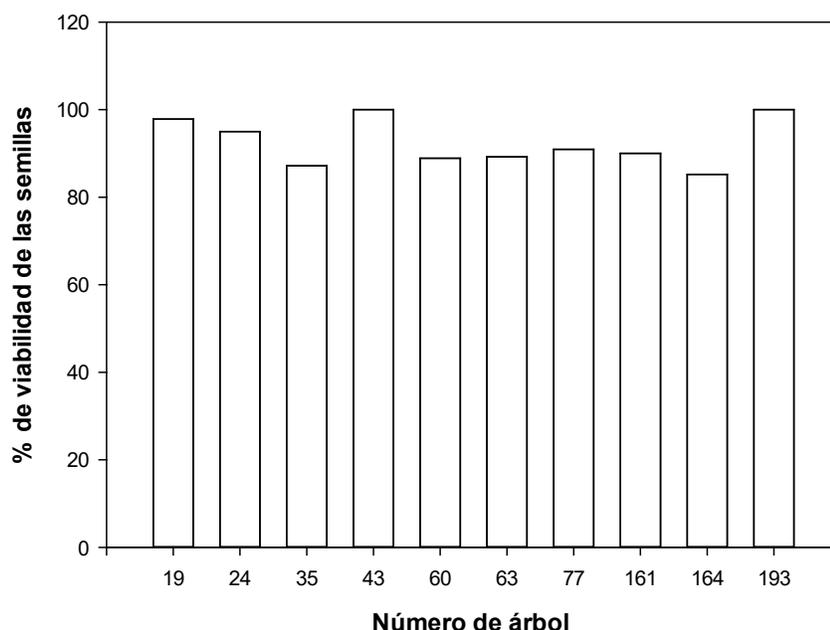


Figura 23. Viabilidad de semillas de los conos de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de Altzayanca, Tlaxcala un promedio de semillas desarrolladas con un valor de 48.7% (Sánchez Tamayo y otros, 2005). Menciona para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de una plantación en la región de Perote, Veracruz, reporta un valor promedio para el total de semilla desarrollada 11.8 y el porcentaje de semillas desarrolladas 44.6% (García Fernández y otros, 2014). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc en el ejido La Florida, Cardonal, Hidalgo, para la viabilidad con el método de tinción por tetrazolio promedio fue de 94.1% y con el método de flotación en agua de 96.7% (Salinas Zarate, 2018). Menciona que a partir de una polinización controlada en una plantación de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* en Cerro de León, Municipio de Villa Aldama, Veracruz, reporta un total de semillas desarrolladas promedio de 3.13 semillas, porcentaje de semillas desarrolladas y semillas llenas de 13.63% y 81.4% (Landa Rodríguez y otros, 2019). Menciona para *Pinus pinceana* Gordon en dos poblaciones ubicadas en San Cristóbal y El arenalito en el municipio el Cardonal, Hidalgo para tres años consecutivos, 2001, 2002 y 2003 reporta valores promedio para el porcentaje de semillas llenas, San Cristóbal en 2001 con 54.0%, 2002 con

41.3% y 2003 con 37.7%, El Arenalito en 2001 con 54.9%, 2002 con 32.2% y 2003 con 18.1%.

Para el número de semillas desarrolladas en San Cristóbal en 2001 con 39.4, 2002 con 34.8 y 2003 con 30.1, El Arenalito en 2001 con 41.1, 2002 con 32.3 y 2003 con 24.1 (Quiroz Vázquez y otros, 2017). Este autor menciona para *Pinus coulteri* D. Don en dos poblaciones en Baja California con un valor promedio para las dos poblaciones para la proporción de semillas llenas con 62% (García Moreno, 2012).

Mencionan para *Pinus pseudostrobus* Lindl en 3 poblaciones naturales de la Sierra Madre Oriental, del municipio de Iturbide, en Nuevo León, la población fue Santa Rosa, Iturbide, Bosque-Escuela con valores promedio para semillas desarrolladas 335.8, 682.7, 655.1.

Para Santa Rosa, Iturbide, Bosque-Escuela con valores promedio para semillas total de 1561.4, 1793.1, 1623.3.

viabilidad de las semillas por sitio en el sitio Santa Rosa se encontró el valor de 48.3%, Bosque-Escuela tuvieron 65.7% (Domínguez Calleros y otros, 2016). Menciona para cuatro poblaciones naturales de *Pinus nelsonii* Shaw un valor promedio para la proporción de semillas llenas con un valor de 0.42 (Pérez Díaz , 2018). Menciona para *Pinus cooperi* C.E. Blanco y *Pinus durangensis* Martínez en tres zonas, La Victoria, La Ciudad, San Sebastián en El salto, Pueblo Nuevo, Durango con una valor promedio para el potencial de semilla 91.70, 73.7, 64.8 y 62.2, 61.4, 54.0, para la viabilidad se las semillas para *Pinus cooperi* C.E. Blanco y *Pinus durangensis* Martínez en La Ciudad, San Esteban, La Victoria, Región Promedio de 0.18, 0.17, 0.14, 0.17 y 0.17, 0.29, 0.16, 0.21 (Martínez Rivas y otros, 2019). Menciona para *Pinus pinceana* Gordon en ocho poblaciones con un valor promedio de semillas llenas de 35% (Hernández Sánchez , 2006). Estos autores mencionan para *Pinus leiophylla* un promedio de 17.7% de semillas llenas (Gómez Jiménez y otros, 2010).

Menciona para *Pinus maximartinezii* ubicada en Juchipila en el cerro de piñones en la Sierra de Morones con una proporción de semillas llenas de 61.68% (Cruz Hernández, 2012)

5.4.2 Peso

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para el peso de las semillas (Cuadro 16). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en cuatro grupos (Cuadro 17), el primero con un valor promedio de 0.71 g, el segundo con un valor promedio de 0.67 g, el tercero con un valor promedio de 0.66 g, el cuarto con un valor promedio de 0.65 g.

Cuadro 16. Tabla del análisis de varianza para el peso de las semillas de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	0.060	9	0.007	3.877	0.001
Error	0.069	40	0.002		
Total	0.129	49			

Cuadro 17. Tabla de pruebas de media de Duncan para el peso de las semillas de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05			
	4	3	2	1
362	0.6268			
353	0.6368	0.6368		
323	0.6424	0.6424	0.6424	
350	0.6430	0.6430	0.6430	
24	0.6472	0.6472	0.6472	
158	0.6638	0.6638	0.6638	
149	0.6856	0.6856	0.6856	0.6856
20		0.6964	0.6964	0.6964
152			0.7006	0.7006
23				0.7418
Sig.	0.057	0.054	0.060	0.056

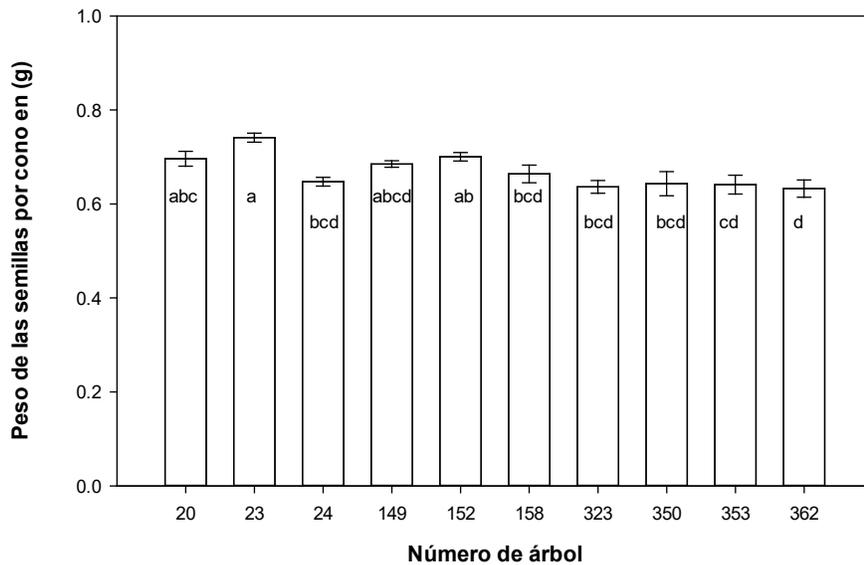


Figura 24. Peso de las semillas por cono de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo un peso promedio de 0.55 g, para esa misma plantación, pero a los 16 años reporta un peso promedio de 0.54 g (González Ávalos y otros, 2006). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para el peso de las semillas de la procedencia La Mesa con un promedio 0.44 g, San Miguel Tlazintla y Pontadhó con un promedio de 0.37 g, El Porvenir 0.34 g, El Arenalito 0.30 g (Romero González, 2005). Mencionan para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* obtuvieron un peso promedio de 0.375 mg (Sanchez Tamayo y otros, 2002). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc en el ejido La Florida, Cardonal, Hidalgo, para el peso de semilla promedio de 0.45 g (Salinas Zarate, 2018). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para el peso de mil semillas en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores 228.98 g, 266.15 g, 236.10 g, 160.94 g, 256.19 g (Fernández Galindo, 2013). Menciona para cuatro poblaciones naturales de *Pinus nelsonii* Shaw un valor promedio para el peso de las semillas de 25.37 g (Pérez Díaz , 2018)

Menciona para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para el peso de 0.0190 g (Morante Carriel y otros, 2005). Mencionan para siete especies de pinos piñoneros nativos de México *Pinus monophylla* Torrey, *P. cembroides* Zucc, *P. quadrifolia* Parl, *P. johannis* Robert, *P. pinceana* Gordon, *P. nelsonii* Shaw, *P. maximartinezii* Rzedowski, con promedio del peso de las semillas con un valor de 0.36 g, 0.35 g, 0.18 g, 0.22 g, 0.29 g, 0.50 g, 1.05 g (Eguiluz Piedra, Niembro Rocas, & Pérez Rodríguez, 1985). Menciona para una plantación en Naolinco de Victoria, Veracruz de *Pinus greggii* Engelm con un peso promedio para las semillas de 0.0138 mg (Alba Landa, Ramírez García, & Rojas Pérez, 2006). Mencionan para *Pinus patula* Schl. et Cham, ubicado en el ejido El Berro, Orizaba, Veracruz con un peso promedio para las semillas de 0.010 g (Castillo Torres y otros, 2004). Menciona el peso promedio de tres grupos de semillas vasados en su color, el primer color es el rojo con un promedio de 0.450 g, las amarillas y negras con 0.421 g (Martí Llurba y otros, 2020)

5.4.3 Longitud

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para la longitud de las semillas (Cuadro 18). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en cuatro grupos (Cuadro 19), el primero con un valor promedio de 16.73 mm, el segundo con un valor promedio de 15.74 mm, el tercero con un valor promedio de 14.70 mm, el cuarto con un valor promedio de 14.03 mm.

Cuadro 18. Tabla del análisis de varianza de la longitud de las semillas de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	29.659	9	3.295	19.735	0.000
Error	6.679	40	0.167		
Total	36.338	49			

Cuadro 19. Tabla de pruebas de media de Duncan para la longitud de las semillas de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05			
	4	3	2	1
149.00	14.0276			
158.00		14.5740		
350.00		14.6838		
362.00		14.8302		
24.00			15.5950	
152.00			15.6146	
323.00			15.6212	
353.00			15.7214	
20.00			16.1402	
23.00				16.7288
Sig.	1.000	0.357	0.065	1.000

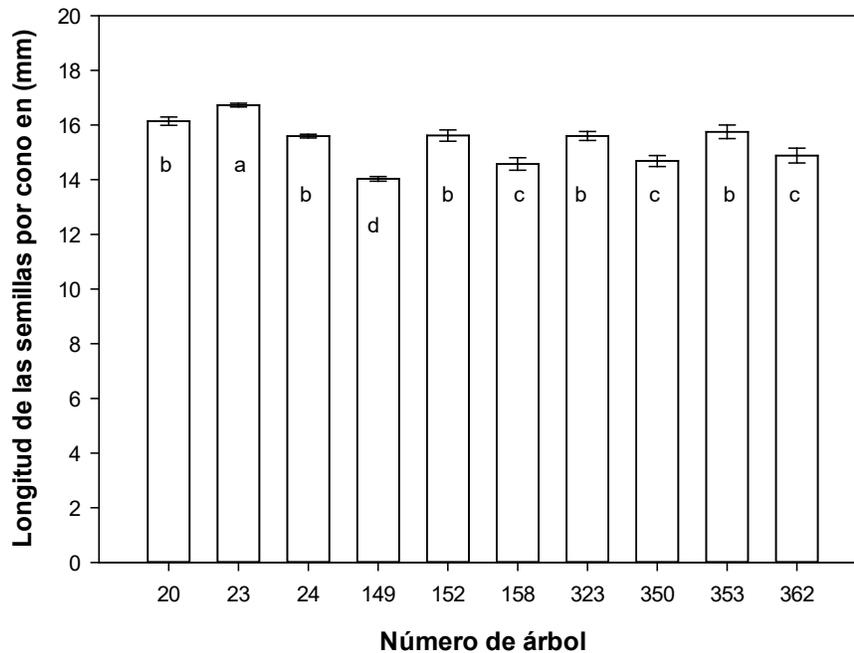


Figura 25. Longitud de las semillas por cono de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo una longitud promedio de 14.21 mm, para esa misma plantación, pero a los 16 años reporta una longitud promedio de 13.85 mm (González Ávalos y otros, 2006). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas

procedencias del estado de Hidalgo, para la longitud de las semillas de la procedencia La Mesa con un promedio 14.44 mm, San Miguel Tlazintla y Pontadhó con un promedio de 13.49 mm, El Porvenir 12.63 mm, El arenalito 12.11 mm (Romero González, 2005). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para la longitud en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores 12.78 mm, 13.34 mm, 12.30 mm, 10.65 mm, 13.07 mm (Fernández Galindo, 2013). Mencionan para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* obtuvieron una longitud promedio de 1.274 cm (Sanchez Tamayo y otros, 2002).

Reporta para *Pinus cembroides* Zucc. en el ejido La Florida, Cardonal, Hidalgo, para la longitud semilla promedio de 1.34 cm (Salinas Zarate, 2018). Menciona para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para la longitud de 6.44 mm (Morante Carriel y otros, 2005). Estos autores mencionan para *Pinus leiophylla* el peso promedio de una semilla con 11.6 mg (Gómez Jiménez y otros, 2010). Menciona para *Pinus maximartinezii* Rzedowski con valor promedio de la longitud de las semillas de 21.4 mm (García Nuñez & Eguiluz Piedra, 1985). Mencionan para siete especies de pinos piñoneros nativos de México *Pinus monophylla* Torrey, *P. cembroides* Zucc, *P. quadrifolia* Parl, *P. johannis* Robert, *P. pinceana* Gordon, *P. nelsonii* Shaw, *P. maximartinezii* Rzedowski, con promedio de la longitud de las semillas con un valor de 13.53 mm, 13.45 mm, 12.33 mm, 10.0 mm, 12.38 mm, 12.46 mm, 21.25 mm (Eguiluz Piedra, Niembro Rocas, & Pérez Rodríguez, 1985). Menciona para una plantación en Naolinco de Victoria, Veracruz de *Pinus greggii* Engelm con una longitud promedio para las semillas de 5.8722 (Alba Landa, Ramírez García, & Rojas Pérez, 2006). Mencionan para *Pinus patula* Schl. et Cham, ubicado en el ejido El Berro, Orizaba, Veracruz con una longitud promedio para las semillas de 5.50 mm (Castillo Torres y otros, 2004). Menciona la longitud promedio para los tres grupos de semillas con una longitud de 14.02 mm (Martí Llurba y otros, 2020)

5.4.4 Diámetro

El análisis de varianza nos muestra diferencia estadística significativa ($p \leq 0.05$) entre árboles para el diámetro de las semillas (Cuadro 20). La prueba de medias de Duncan agrupa los resultados en cuatro grupos (Cuadro 21), el primero con un valor promedio de 9.54 mm, el segundo con un valor promedio de 9.12 mm, el tercero con un valor promedio de 8.64 mm, el cuarto con un valor promedio de 8.51 mm.

Cuadro 20. Tabla del análisis de varianza del diámetro de las semillas de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Media cuadrática	F calculada	Significancia
Tratamientos	5.896	9	0.655	10.290	0.000
Erro	2.546	40	0.064		
Total	8.442	49			

Cuadro 21. Tabla de pruebas de media de Duncan para el diámetro de las semillas de *Pinus Cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Árbol	Subconjunto para alfa = 0.05			
	4	3	2	1
362	8.3504			
353	8.5176	8.5176		
24	8.6620	8.6620		
23		8.7292		
323			9.0712	
152			9.1046	
350			9.1204	
20			9.1476	
158			9.1570	
149				9.5436
Sig.	0.071	0.219	0.638	1.000

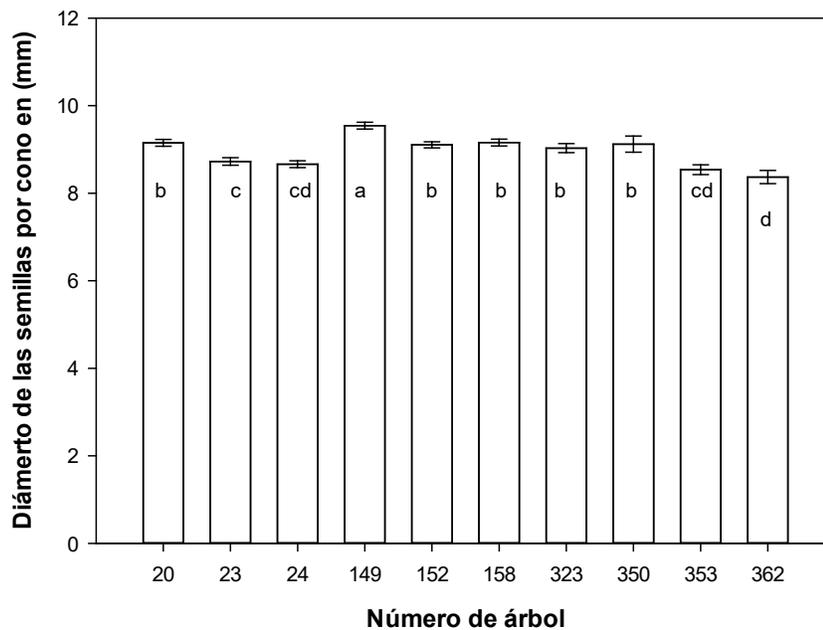


Figura 26. Diámetro de las semillas por cono de *Pinus cembroides*, del rancho La Cueva, Acatlán, Hidalgo, 2022.

Menciona para una plantación joven de *Pinus cembroides* Zucc de 15 años, en el estado de Querétaro, obtuvo un diámetro promedio de 8.88 mm, para esa misma plantación, pero a los 16 años reporta un diámetro promedio de 8.82 mm (González Ávalos y otros, 2006). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc de distintas procedencias del estado de Hidalgo, para el diámetro de las semillas de la procedencia La Mesa con un promedio 8.21 mm San Miguel Tlazintla y Pontadho con un promedio de 7.98 mm El Arenalito y El Porvenir con un promedio de 7.17 mm (Romero González, 2005). Menciona para cinco poblaciones naturales de *Pinus coulteri* D. Don en Baja California con promedio para el diámetro en las poblaciones de San Faustino, Sierra Blanca, Laguna Hanson, Sierra San Pedro Mártir y Santa Catarina con valores 7.58 mm, 7.54 mm, 7.24 mm, 6.61 mm, 7.76 mm (Fernández Galindo, 2013). Mencionan para *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* obtuvieron un diámetro promedio de 0.717 cm (Sanchez Tamayo y otros, 2002). Reporta para *Pinus cembroides* Zucc en el ejido La Florida, Cardonal, Hidalgo, para el diámetro de las semillas promedio de 0.85 cm (Salinas Zarate, 2018).

Menciona para *Pinus greggii* Engelm un valor promedio para el diámetro de 3.35 mm (Morante Carriel y otros, 2005). Menciona para *Pinus maximartinezii* Rzedowski con valor promedio del diámetro de 10.4 mm (García Nuñez & Eguiluz Piedra, 1985). Mencionan para siete especies de pinos piñoneros nativos de México *Pinus monophylla* Torrey, *P. cembroides* Zucc, *P. quadrifolia* Parl, *P. johannis* Robert, *P. pinceana* Gordon, *P. nelsonii* Shaw, *P. maximartinezii* Rzedowski, con promedio del diámetro de las semillas con un valor de 7.58 mm, 8.42 mm, 7.15 mm, 7.31 mm, 7.14 mm, 8.42 mm, 10.11 mm (Eguiluz Piedra, Niembro Rocas, & Pérez Rodríguez, 1985). Menciona para una plantación en Naolinco de Victoria, Veracruz de *Pinus greggii* Engelm con un diámetro promedio para las semillas de 3.3513 mm (Alba Landa, Ramírez García, & Rojas Pérez, 2006). Mencionan para *Pinus patula* Schl. et Cham, ubicado en el ejido El Berro, Orizaba, Veracruz con un diámetro promedio para las semillas de 2.62 mm (Castillo Torres y otros, 2004). Menciona para el diámetro promedio para los tres grupos de semillas con un promedio de 8.27 mm (Martí Llurba y otros, 2020).

VI. CONCLUSIONES

Los análisis de varianza y pruebas de medias mostraron que existe diferencia estadística entre árboles para todas las variables medidas a los estróbilos femeninos y semillas.

El árbol que mayor producción presentó fue el árbol 22 con 165 conos, pero se tienen que seguir las evaluaciones para analizar el comportamiento productivo al respecto de la cantidad y frecuencia de producción de toda la plantación.

Los árboles que mostraron los mayores valores en las variables medidas a los estróbilos femeninos fueron el 20, 22, 30, 36 y 264, pero es necesario continuar con evaluaciones futuras para determinar si el tamaño es constante en cada año de producción y determinar si hay algún otro árbol que super los valores encontrados.

Los árboles con promedios superiores en las variables medidas a las semillas fueron el 20, 23, 149 y 152, al igual que el caso anterior es necesario seguir evaluando para conocer el comportamiento de dichas variables en los árboles antes mencionados y los nuevos árboles productores.

Con base en las características de producción, de los estróbilos femeninos y semillas se tiene que el árbol 20 y 22 tienen potencial para su selección y reproducción para el establecimiento de futuras plantaciones con fines de producción de semillas.

VII. BIBLIOGRAFÍA

- Antonio Bautista, A. (2012). Manual de ensayos de semillas forestales. *Secretaría de Medio Ambiente*.
- CibriánTovar, D., Méndez Montiel, J. T., H. Ebel , B., & Yates III, H. O. (1986). *Insectos de conos y semillas de las coníferas de México*. Asheville, Carolina del Norte, USA.
- Gómez Jiménez, D., Ramírez Herrera, C., Jasso Mata, J., & López Upton, J. (2010). Variación en características reproductivas y germinación de semillas de *Pinus leiophylla* Schiede ex Schltdl. y Cham. *Fitotecnia Mexicana*, 297-304.
- Lagos Santos, L. (2021). Establecimiento de una unidad productora de germoplasma de *Pinus cembroides* en el ejido Carbonero, Jacales, Huayacocotla, Veracruz. *Tesina*. Colegio de Postgraduados, Campus Montecillo, Posgrado en Ciencias Forestales, Montecillo, Texcoco, Estado de México, México.
- Marroquín Morales, P., Méndez González, J., Jiménez Pérez, J., Aguirre Calderón, O., & Yerena Yamallel, J. (16 de Abril de 2018). Estimación de biomasa aérea en *Pinus cembroides* Zucc y *Pinus halepensis* Mill. en Saltillo, Coahuila. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 9(47), 94-110. <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v9i47.172>
- Torres Córdoba , G., & Rojas Rodríguez , F. (2008). Árboles de navidad: un cultivo forestal a muy corto plazo. *Kurú: Revista Forestal* , 5(14).
- Alba Landa, J., & Márquez Ramírez, 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, J., Márquez Ramírez, J., & Bárcenas Cortina, H. S. (2005). Potencial de producción de semillas de *Pinus greggi* engelm. en tres cosechas de una población ubicada en Carrizal Chico, Zacualpan Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 7(2), 37-40.

- Alba Landa, J., Ramírez García, E. O., & Rojas Pérez, G. (2006). Variación en semillas de *Pinus greggii* Engelm. En el municipio de Naolinco, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 8(2), 7-12.
- Aragón Peralta, R. D., Rodríguez Ortiz, G., Vargas Hernández, J. J., Raymundo Enríquez del Valle, J., Hernández Hernández, A., & Campos Ángeles, G. V. (Mayo-Junio de 2020). Selección fenotípica y características reproductivas de *Pinus pseudostrobus* var. *oaxacana* (Mirov) S.G.Harrison. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(59), 118-140. <https://doi.org/https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i59.700>
- Arriaga M., V., Cervantes G., V., & Vargas Mena, A. (1994). *Manual de reforestación con especies nativas*. D.F, México: Instituto Nacional de Ecología, SEDESOL.
- Castillo Torres, J., Mendizábal Hernández, L., & Ramírez García, E. (2004). Variación de semillas de *Pinus patula* Schl. et Cham. Procedentes de un huerto semillero de tercera generación en Orizaba, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 6(2), 27-30.
- CNA, C. N. (1998). *Cuencas hidrológicas, escala 1:250000*. Comisión Nacional del Agua. México.
- CONABIO, C. N. (1998). *Subcuencas hidrológicas, escala 1:1000000*. En: *Boletín hidrológico*. (1970). *Subcuencas hidrológicas en Mapas de regiones hidrológicas*. Secretaría de Recursos Hidráulicos, Jefatura de Irrigación y control de Ríos, Dirección de Hidrología. México.
- CONAFOR. (2001). *Pinus cembroides* Zucc. Retrieved Abril de 2023, from SIRE paquetes tecnológicos: <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/955Pinus%20cembroides.pdf>
- CONAFOR. (2010). *Prácticas de reforestación manual básico*. Zapopan, Jalisco, México: Comisión Nacional Forestal.

- CONAFOR. (2011). *Manual para la producción de árboles de navidad*. Zapopan, Jalisco , México .
- CONAGUA, S. G. (2007). Regiones Hidrológicas, escala 1:250000. República Mexicana Comisión Nacional del Agua- Subdirección General Técnica. México. D.F.
- Constante García, V., Villanueva Díaz, J., Cerano Paredes, J., Cornejo Oviedo, E., & Valencia Manzo, S. (Julio-Diciembre de 2009). Dendrocronología de *Pinus cembroides* Zucc. y reconstrucción de precipitación estacional para el Sureste de Coahuila. *Ciencia Forestal en México*, 34(16), 17-39.
- Costa, R., & Evaristo, I. (2008). *Condução de povoamentos de pinheiro manso e características nutricionais do pinhão. Projecto AGRO 945. Instituto Nacional dos Recursos Biológicos*. Lisboa, Portugal.
- Cruz Hernández , A. (Mayo de 2012). Producción de semillas de *Pinus maximartinezii* Rzedowski en Juchipila, Zacatecas. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo , Coahuila , México .
- Díaz Cruz , E. (2016). Estructura del arbolado y regeneración de *Pinus cembroides* después de una infestación de *Dendroctonus mexicanus* y de cortas de saneamiento. *Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales , Nuevo León , México .
- Domínguez Calleros, P., Navar Chaidez, J., Pompa García, M., & Treviño Garza, E. (2016). Producción de conos y semillas de *Pinus Pseudostrobus* Lindl. en Nuevo León , México. *Foresta Veracruzana*, 18(2), 29-36.
- Eguiluz Piedra, T. (1978). Ensayo de integración de los conocimientos sobre el genero *pinus* en México. *Tesis de Licenciatura* . Universidad Autónoma Chapingo, Departamento de Enseñanza, Investigación y Servicio en Bosques.
- Eguiluz Piedra, T., Niembro Rocas, A., & Pérez Rodríguez, P. (1985). Estudio morfológico de las semillas de siete especies de piñoneros mexicanos. *Memorias 1er Simposium Nacional Sobre pinos piñoneros*. Universidad

Autónoma de Nuevo León, Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables.

FAO. (1992). Los fertilizantes y su uso. 632. París.

FAO. (2008). *Base referencial mundial del recurso suelo*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación.

FAO-Unesco. (1976). *Mapa mundial de suelos* (Vol. III). París: FAO-UNESCO.

FAO-Unesco. (1976). *Mapa Mundial de suelos, escala 1:5000000, Volumen I Leyenda*. París.

Farjon , A., & Styles, B. (1997). *Pinus (Pinaceae) Flora Neotropica Monograph 75*. The New York Botanical Garden.

Fernández Galindo, I. M. (Junio de 2013). Variación morfológica de conos y semillas en cinco poblaciones de *Pinus coulteri* D. Don, en Baja California, México. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento Forestal, Saltillo, Coahuila , México .

Fernando Luis, I., Sánchez Ramos , G., Martínez Ávalos , J., & Reyes Castillo, P. (2015). Evaluación del daño por *Retinia arizonensis* (Heinrich) (Lepidoptera: Tortricidae), parámetros estructurales y regeneración natural en *Pinus nelsonii* (Shaw) y *P. cembroides* (Zucc.) en Miquihuana, Tamaulipas, México. *Acta Zoológica Mexicana*, 31(3), 367-379.

Flores Flores , J., & Díaz Esquivel , D. (1985). *Recuperación de una masa vegetal de Pinus cembroides Zucc. mediante el control de insectos que atacan conos y semillas*. Memorias 1er Simposium Nacional sobre pinos piñoneros Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, México.

Flores Hernández , L. (2016). Condición de salud de *Pinus cembroides* Zucc. en la reforestación de Zapalinamé, Saltillo, Coahuila. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo, Coahuila, México.

- Flores Olvera, R. (1985). Estudio florístico-ecológico de *Pinus cembroides* Zucc. en Nuevo León. *Memorias 1er Simposium Nacional sobre pinos piñoneros*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, México.
- García Fernández, E., Ramírez García, E., Mendizábal Hernández, L., Alba Landa, J., & Márquez Ramírez, J. (2014). Parámetros de producción de semillas de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de un plantación en la Región de Perote, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 16(2), 37- 42.
- García Moreno, V. d. (2012). Indicadores Reproductivos de Conos y Semillas de Poblaciones Naturales de *Pinus coulteri* D. Don Baja California. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Saltillo , Coahuila , México .
- García Nuñez, R., & Eguiluz Piedra, T. (1985). Variación Morfológica de *Pinus maximartinezii* Rzedowski. *Memorias 1er Simposium Nacional Sobre pinos piñoneros*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Silvicultura y Manejo de Recursos Renovables, México .
- García R., E., Sotomayor G., A., Silva P., S., & Valdebenito R., G. (Abril de 2000). Establecimiento de plantaciones forestales. 33.
- García, E. (1998). *Climas, escala 1:1000000*. Comisión Nacional para el Conocimiento y el Uso de la Biodiversidad, México.
- Gernandt, D., & Pérez de la Rosa, J. A. (2014). Biodiversidad de Pinophyta (coníferas) en México. *Revista Mexicana de biodiversidad*, 85, 126-133. <https://doi.org/10.7550/rmb.32195>
- González Ávalos, J. (2006). *Pinus cembroides* Zucc. Variación morfológica de semillas y plantulas y producción de semillas en un huerto semillero. *Tesis de Doctorado*. Colegio de Postgraduados, Instituto de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas, Montecillo, Edo. de México, México.
- González Ávalos, J., García Moya, E., Vargas Hernández, J., Trinidad Santos, A., Romero Manzanares, A., & Cetina Alcalá, V. (julio-diciembre de 2006).

Evaluación de la producción y análisis de conos y semillas de *Pinus cembroides* Zucc. *Revista chapingo. Serie Ciencias Forestales y del Ambiente*, 12(2), 133-138.

Hernández Anguiano , L. (2016). Variación en indicadores reproductivos, semillas y plántulas de *Pinus cembroides* Zucc. y *P. orizabensis* D.K. Bailey y Hawksw. *Tesis de Maestría*. Colegio de Postgraduados, Montecillo, Texcoco, México.

Hernández Hernández, A., Reyes Reyes, M., Rodríguez Ortiz, G., Raymundo Enríquez del Valle, J., Gómez Cárdenas, M., & Velasco Velasco, V. (2019). Conos y semillas de fenotipos de *Pinus patula* var. *longipedunculata* de procedencias de Oaxaca, México. *Revista Mexicana de Agroecosistemas*, 6(2), 157-167.

Hernández Jiménez, L., Mendizábal Hernández, L., Alba Landa, J., Ramírez García, E., & Cruz Jiménez, H. (Marzo-Agosto de 2014). Variación de *Pinus chiapensis* Mart. Andresen procedente de Atzalan, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 16(1), 34-40.

Hernández Moreno , M., Islas , G., & Guerra de la Cruz , V. (2011). Márgenes de comercialización del piñon (*Pinus cembroides* subesp. *orizabensis*) en Tlaxcala, México. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 2(2), 265-279.

Hernández Ramos, J., Reyes Hernández, V., Fierros González, A., Buendía Rodríguez, E., Quiñonez Barraza, G., & De los Santos Posadas, H. M. (2022). Morfometría de copa en plantaciones de *Pinus pseudostrobus* y *Pinus montezumae* en Michoacán, México. *Bosque* , 43(3). <https://doi.org/10.4067/S0717-92002022000300309>

Hernández Sánchez , P. (2006). Producción e indicadores reproductivos de semillas en ocho poblaciones naturales de *Pinus pincheana* Gordon. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Buenavista, Saltillo, Coahuila , México .

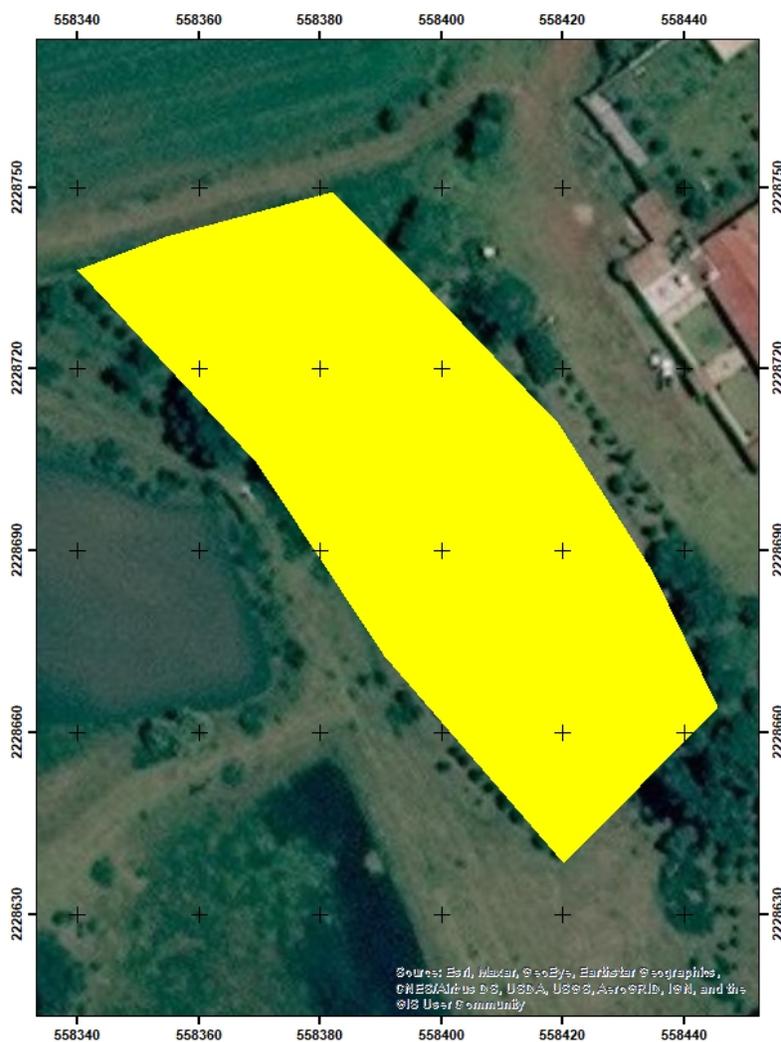
INIFAP-CONABIO, I. N.-C. (1995). *Edafología, escala 1:250000*.

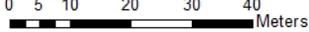
- Landa Rodríguez, E. J., Mendizábal Hernández, L., Alba Landa , J., & Rodríguez Juárez, M. (2019). Producción temprana de semillas de Pinus cembroides subsp. orizabensis D.K Bailey a partir de polinización controlada. *Recursos Genéticos Forestales Foresta Veracruzana*, 21(2).
- Landis, T. T., & Barnett, J. (1998). *Manual de viveros para la producción de especies forestales en contenedor. Volumen 6. Propagación de Plantas*. Servicio Forestal del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA-FS).
- Landis, T., Tinus, R. W., McDonald, S. E., & Barnett, J. P. (1989). The Container Tree Nursery Manual, Volume 5. Agric. Handbk. *Department Of Agriculture, Forest Service*, 1-99.
- Martí Llurba, N., González Ávalos , J., Hernández Lazcano, A., González Ávalos , R., Salgado Mora, M., & Hernández León , S. (2020). Análisis morfológico de las semillas de Pinus cembroides Zucc. de Pontadho, Metztitlán, Hidalgo. (A. Española, Ed.) *La investigación en el Instituto de Ciencias Agropecuarias UAEH*.
- Martínez Rivas, J., Cruz Cobos, F., Gurrola Amaya, J., & Nájera Luna, J. (19 de Septiembre de 2019). Potencial productivo de conos y semillas de dos especies del género Pinus. *Revista Mexicana de Ciencias Forestales*, 11(58). <https://doi.org/10.29298/rmcf.v11i58.592>
- Mendizábal Hernández, L. d., Alba Landa , J., Ramírez García , E., Márquez Ramírez, J., & Cruz Jiménez , H. (2017). Producción de estróbilos de una prueba genética de Pinus greggii Engelm. a los 7 años de establecida en Villa Aldama, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 19(1), 44-53.
- Meza Álvarez, H. (2006). Estudio ecológico del bosques de piñonero (Pinus cembroides Zucc.) del municipio de Santiago de Anaya, Hidalgo. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.

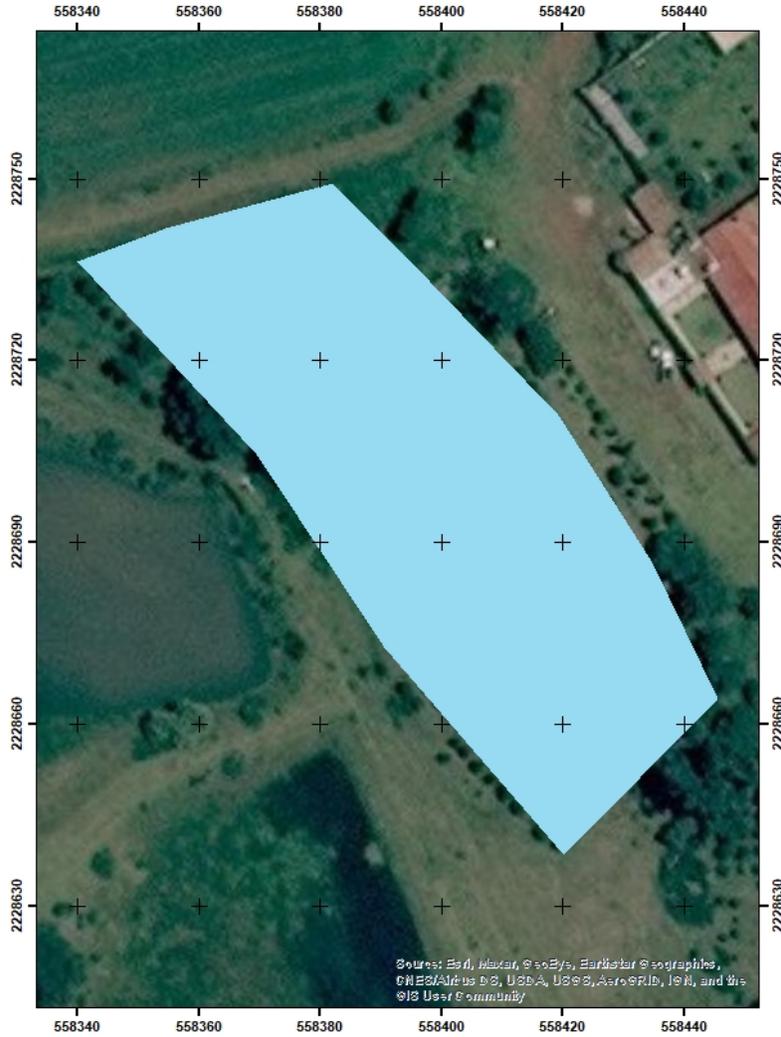
- Morante Carriel, J., Alba Landa, J., & Mendizábal Hernández, L. (2005). Estudio de conos, semillas y plántulas de *Pinus greggii* engelm. de una población del estado de Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 7(1), 23-31.
- Ochoa Olivas, S. (2010). Efecto de la calidad de planta y preparación del sitio en la sobrevivencia y crecimiento de *Pinus cembroides* en sitios difíciles. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, División de Agronomía, Buenavista, Saltillo, Coahuila, México.
- Oliva, M., Vacalla, F., Pérez, D., & Tucto, A. (2014). Manual recolección de semillas de especies forestales nativas: Experiencia en molinopampa, Amazonas-Perú.
- Ozuna, C., Cerón García, A., Gómez Salazar, J., Salazar Solís, E., Sosa Morales, M., & Abraham Juárez, M. (2016). Potencial de productos alimenticios originarios de la zona noreste de Guanajuato. *Acta Universitaria*, 26(2), 83-92. <https://doi.org/10.15174/au.2016.1529>
- Pérez Díaz, J. (2018). Producción, Pérdida e Indicadores Reproductivos de Conos Y semillas de *Pinus nelsonii* Shaw en el Noreste de México. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma Antonio Narro, División de Agronomía, Departamento Forestal, Saltillo, Coahuila, México.
- Perry, J. P. (1991). The pines of Mexico and Central America. En T. Press (Ed.). Portland, OR.
- Quiroz Vázquez, R., López Upton, J., Cetina Alcalá, V., & Ángeles Pérez, G. (2017). Capacidad reproductiva de *Pinus pinceana* Gordon en el límite sur de su distribución natural. *Agrociencia*, 51(1), 91-104.
- Ramírez García, E., Márquez Ramírez, J., Alba Landa, J., Mendizábal Hernández, L., & Cruz Jimenez, H. (2022). Estudio de conos de *Pinus oaxacana* Mirov. en una prueba de procedencias/progenie en los Molinos, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 23(2).

- Ramírez García, E. O., Márquez Ramírez, J., & Hernández Carmona, O. (2007). Estudio de conos de *Pinus greggii* Engelm de una plantación del municipio de Naolinco, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana*, 9(2), 39-44.
- Romero González, O. G. (2005). Variación Morfológica de conos y semillas de cinco procedencias de *Pinus cembroides* Zucc en Hidalgo. *Tesis de Licenciatura*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Tulancingo, Hidalgo, México.
- Rzedowski, J. (2006). *Vegetación de México*. CdMx, México: CONABIO.
- Salinas Zarate, F. (Diciembre de 2018). *Análisis de semillas de Pinus cembroides Zucc., del ejido La Florida, Cardonal, Hidalgo*. Universidad Autónoma Chapingo, Edo. de México, México.
- Sanchez Tamayo , V., Mendizábal Hernández , L., & Rebolledo Camacho , V. (2002). Variación de conos y semillas de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de las Cuevas, Alzayanca, Tlaxcala. *Foresta veracruzana*, 4(1), 25-30.
- Sánchez Tamayo, V., Nieto Pérez, M., & Mendizábal Hernández, L. (2005). Producción de semillas de *Pinus cembroides* subsp. *orizabensis* D.K. Bailey de Alzayanca, Tlaxcala, México. *Foresta Veracruzana*, 7(1), 15-20.
- Sánchez Vielmas, A., López Cholico, E., Zepeda Gómez, J. L., Barragán Guerra, S., & Várela Ortiz, J. R. (2005). *Plantaciones Forestales Comerciales*. Guadalajara, Jalisco, México.
- Trujillo, E. (1995). Manejo de semillas forestales guía técnica para el extencionista forestal. 47.
- Vallejo Maldonado, G. (1997). Asociación de variables dasonómicas a diferentes niveles de producción de conos en pino piñonero *Pinus cembroides* Zucc. en el sur de Nuevo León . *Tesis de Maestría*. Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Ciencias Forestales, Subdirección de Postgrado , Linares , Nuevo León , México .

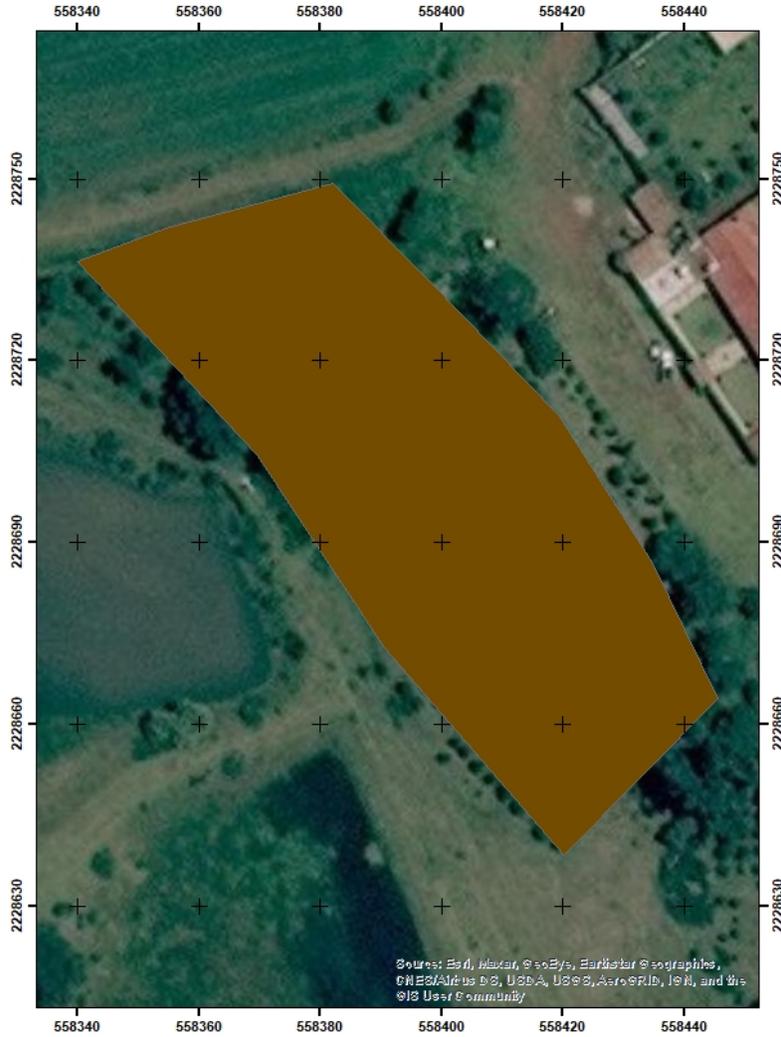
VIII. ANEXOS



PLANO DE CLIMA	
IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA	
DATUM: WGS84 ZONA: 14N	
IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO Y PROPIETARIO	
Rancho La Cueva Prop: José Santos Marroquín Morato Municipio: Acatlán, Hgo. Superficie de la plantación: 0.48 ha. superficie del Rancho La Cueva: 80.874 ha.	
SIMBOLOGÍA	
	C(wo) Templado subhúmedo
ESCALA GRÁFICA Y NUMÉRICA	
 1:800	
	



PLANO DE PRECIPITACIÓN	
IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA	
DATUM: WGS84 ZONA: 14N	
IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO Y PROPIETARIO	
Rancho La Cueva Prop: José Santos Marroquín Morato Municipio: Acatlán, Hgo. Superficie de la plantación: 0.48 ha. superficie del Rancho La Cueva: 80.874 ha.	
SIMBOLOGÍA	
	Precipitación 600-800mm.
ESCALA GRÁFICA Y NUMÉRICA	
	1:800
	



PLANO DE SUELO	
IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA	
DATUM: WGS84 ZONA: 14N	
IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO Y PROPIETARIO	
Rancho La Cueva Prop: José Santos Marroquín Morato Municipio: Acatlán, Hgo. Superficie de la plantación: 0.48 ha. superficie del Rancho La Cueva: 80.874 ha.	
SIMBOLOGÍA	
	Feozem Háplico
ESCALA GRÁFICA Y NUMÉRICA	
	1:800
	



PLANO DE VEGETACIÓN	
IDENTIFICACIÓN GEOGRÁFICA	
DATUM: WGS84 ZONA: 14N	
IDENTIFICACIÓN DEL PREDIO Y PROPIETARIO	
Rancho La Cueva Prop: José Santos Marroquín Morato Municipio: Acatlán, Hgo. Superficie de la plantación: 0.48 ha. superficie del Rancho La Cueva: 80.874 ha.	
SIMBOLOGÍA	
	Agricultura de riego anual y semipermanente
ESCALA GRÁFICA Y NUMÉRICA	
	1:800
	