

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA METROPOLITANA UNIDAD  
XOCHIMILCO  
DIVISIÓN DE CIENCIAS BIOLÓGICAS Y DE LA SALUD  
DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA Y ANIMAL  
LICENCIATURA EN AGRONOMÍA

Proyecto de Servicio Social

**Realización:** Calidad de planta de *Pinus oocarpa* Schiede ex. Schldtl. del estado de México

**Prestador de Servicio Social:**

Fares Vasquez Jorge Luis

Matrícula: 2172030501

**Asesor Interno:**

M.C. María Guadalupe Ramos Espinosa

No. Económico: 12394

Firma \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

**Asesor externo:**

Dra. Liliana Muñoz Gutiérrez

Cédula Profesional: 11622412

Firma \_\_\_\_\_  \_\_\_\_\_

**Lugar de realización:**

Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (Cenid Comef) INIFAP - Av. Progreso 5, Col. Barrio de Santa Catarina. Alcaldía Coyoacán. Ciudad de México C.P. 04010

**Fecha de inicio y terminación:**

Del 18 de julio del 2022 al 18 de enero del 2023

## **I. INTRODUCCIÓN**

El servicio social se realizó en modalidad presencial en el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP) ubicado en Av. Progreso 5, Col. Barrio de Santa Catarina. Alcaldía Coyoacán. Ciudad de México C.P. 04010.

El Marco Institucional es: Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), el cual tiene un Centro Nacional de Investigación Disciplinaria en Conservación y Mejoramiento de Ecosistemas Forestales (CENID-COMEF).

La misión de la institución es desarrollar soluciones tecnológicas para el impulso de la innovación en el campo mexicano; y su visión es ser una Institución líder reconocida por sus soluciones tecnológicas en el beneficio de las y los productores forestales, agrícolas y pecuarios.

Su compromiso social es generar conocimientos científicos y de la innovación tecnológica agropecuaria y forestal como respuesta a las demandas y necesidades de la agroindustria y productores, además de contribuir al desarrollo rural sustentable mejorando la competitividad y manteniendo la base de recursos naturales, mediante un trabajo participativo y corresponsable con otras instituciones y organizaciones públicas y privadas asociadas al campo mexicano.

El objetivo del servicio social fue determinar la calidad de la progenie de *Pinus oocarpa* Schiede ex. Schltdl seleccionados como superiores por la cantidad de resina que producen en San Simón de Guerrero, Estado de México.

## **II. DESCRIPCIÓN ESPECÍFICA DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS**

### **2.1 Elaboración y presentación en proyecto**

Durante los 6 meses (480 horas) que se prestó el servicio social, se generó un proyecto de investigación para el CENID-COMEF del INIFAP bajo la asesoría de la Dra. Liliana Muñoz Gutiérrez. Dicho proyecto llevo por título “Calidad de planta de *Pinus oocarpa* Schiede ex. Schltdl. del estado de México”, y contiene una introducción (planteamiento del problema y justificación), marco teórico, materiales y métodos, resultados y discusión y conclusión. El documento fue avalado por el INIFAP y se pretende que sirva como antecedente para establecer un huerto semillero con la finalidad de saber que individuos dentro de una especie son las más aptas para temas comerciales o de restauración. Este informe final se entregó a la asesora externa, quien dio el visto bueno y recibió el documento para así finalizar las actividades realizadas para el CENID-COMEF.

### **2.2 Descripción de la especie**

Reino: plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Equisetopsida

Subclase: pinidae

Orden: pinales

Familia: Pinaceae

Género: Pinus

Especie: Pinus oocarpa Schiede (1838)

(Blanco, 2019).

*P. oocarpa* alcanza alturas de 30 a 35 m con un diámetro de hasta 125 cm en áreas de mayor precipitación, por otra parte, en áreas secas puede llegar a medir de 10 a 13 m y tener un diámetro de 40 a 75 cm (Gutiérrez *et al.*, 2012 y Flores y Reyes, 2019). Sus acículas son rectas y rígidas agrupándose en fascículos generalmente de 5 y que llegan a tener un largo de 17 a 30 cm con un ancho de 0.8 a 1.4 mm, a su vez los conos son solitarios o en verticilos de hasta cuatro y estas tienen una forma ovoide al abrirse, y globoso cuando está cerrado midiendo de 3 a 10 cm (longitudinalmente) con un ancho de 3 a 12 cm (Flores y Reyes, 2019). La copa es amplia sin embargo suele reducirse y hacerse cónica si presenta competencia, las ramas se insertan en el tronco en un Angulo de 45°, su corteza en arboles maduros es gruesa de un color grisáceo a café, “forma placas definidas de forma rectangular por fisuras en el plano longitudinal y horizontal” (INAB, 2017). Sus hojas son perennifolias, sus androceos y gineceos se dan de noviembre a febrero sin embargo son más abundantes de diciembre a enero, la maduración de los conos se da 28 meses después de su polinización (enero-marzo) por lo que las semillas se encuentran maduras de febrero a marzo, además los conos tienen apertura a altas temperaturas ya que son serótinos (CONAFOR, 2003).

Es nativo de México y Centroamérica (CONAFOR, 2003). Se puede encontrar desde el noreste de México hasta el centro de Nicaragua (Gutiérrez *et al.*, 2010). En México se distribuye en la Sierra Madre de Chiapas, así como en Sonora, Sinaloa, Chihuahua, Zacatecas, Nayarit, Durango, Jalisco, Morelos, Michoacán, Sureste de Guerrero, Oaxaca, Puebla, Hidalgo y Tlaxcala (Flores y Reyes, 2019; Blanco, 2019).

En la actualidad la resina de pino es extensamente usada como materia prima en la industria química ya que se produce a partir de ella artículos de: “limpieza, insecticidas, disolventes, pintura, tinta de impresora, productos farmacéuticos, aditivos alimentarios, compuestos de sabor, entre otros” además de sus usos maderables (Reyes *et al.*, 2019). La extracción de resina se lleva a cabo principalmente en los bosques naturales, siendo *Pinus oocarpa* una de las especies con mayor producción de este recurso, además sus características hacen que esta especie sea una alternativa para la revegetación de áreas ociosas o deforestadas (Fabian, 2020); ya que influyen en los procesos del ecosistema como son los ciclos biogeoquímicos, hidrológicos, los regímenes de fuego y son el hábitat y fuente de alimento para la fauna silvestre (Sánchez, 2018). En el contexto social su importancia radica por la población que habita en aquellas zonas boscosas ya que viven de los bienes y servicios que el bosque les proporciona, es importante mencionar que el 23 % del país viven en el sector rural y que 5.3 millones de personas viven y dependen de los bosques (Moctezuma y Flores, 2020). Por lo que el valor económico y ecológico de *P. oocarpa* hace relevante revalorar la importancia de esta especie que afronta condiciones adversas tales como el cambio climático y la deforestación (Fabian, 2020).

### **2.3 Diseño de muestreo y transporte de plantas**

Las plantas para la investigación se obtuvieron de un vivero forestal ubicado en San Simón de Guerrero, Estado de México, estas plantas tenían 9 meses de edad y se colectaron 10 plantas de 66 individuos de la misma especie, dando en total 660 plantas, las cuales fueron

transportadas con ayuda de camionetas del INIFAP a Av. Progreso 5, Col. Barrio de Santa Catarina. Alcaldía Coyoacán. Ciudad de México C.P. 04010 (Figura 1) en donde se establecieron en un invernadero para su análisis destructivo.



Figura 1. Ubicación del INIFAP, Av. Progreso 5, Col. Barrio de Santa Catarina. Alcaldía Coyoacán. Ciudad de México C.P. 04010 extraída de Google Maps.

## 2.4 Toma de datos de calidad de planta

Una vez que las plantas llegaron al invernadero de las instalaciones del INIFAP, se procedió a realizar el análisis destructivo con la finalidad de medir las características morfológicas de cada una de las plantas y sus partes, cabe mencionar que estas mediciones se realizaron diariamente durante el periodo de la prestación del servicio social:

- Se midió el diámetro del cuello de la planta expresada en mm mediante la utilización de un vernier digital de la marca Steren (Figura 2).



Figura 2. La línea roja indica donde se hizo la medición del cuello con el vernier.

- La altura se midió en cm con la utilización de una cinta métrica pegada en el soporte de los tubetes, para ello cada una de las plantas fue retirada del tubete (recipiente en

el cual se desarrolló) con el objetivo de realizar la medición desde la zona basal donde están las primeras acículas hasta la yema apical (Figura 3).



Figura 3. Toma de la altura sobre una cinta colocada en la mesa de trabajo.

- La longitud de raíz principal se midió en cm y para poder medir esta característica fue necesario retirar todo el cepellón de la raíz, para ello se sumergía el cepellón en una tina con agua y se retiraba lo más que se podía de sustrato, para después pasarla a otra tina con agua y así seguir retirando el sustrato y obtener una raíz totalmente limpia, con la finalidad de poder realizar la medición con la utilización de una cinta métrica desde el cuello hasta el ápice de la raíz principal (Figura 4).



Figura 4. A) cepellón fuera del tubete para empezar a limpiarla, B) raíz totalmente limpia para medición de longitud de raíz principal (cm).

- Después de la medición de la raíz principal se separaba la raíz de la zona aérea (follaje) con ayuda de unas tijeras de poda, una vez cortada en dos la planta, se ponían a secar ambas partes por un tiempo de 30 minutos en una mesa cubierta de papel craft para retirar el exceso de humedad, luego se rotulaban ambas partes de la planta para no perder la identificación de cada una de ellas e ingresar cada parte en su bolsa de papel estraza. Posteriormente se llevaron las plantas al laboratorio para pesar en una balanza analítica (gr) de la marca Citizen ambas partes, tanto foliar como radical para obtener los datos de pesos frescos (Figura 5).



Figura 5. A) secado de raíz y follaje, B) balanza con parte área (follaje) para ser pesada.

- Una vez que se pesaron todas las plantas de forma fresca, estas se ingresaron a una estufa de secado de la marca Stabil-therm en bolsas de papel estraza, y se deshidrataron las muestras a 70 °C durante 72 horas, pasado ese tiempo se pesaron en una balanza Citizen, previamente calibrada, para obtener los pesos secos (gr) tanto de la parte área como de la parte radical (Figura 6).



Figura 6. A) estufa de secado, B) ingreso de las muestras a la estufa.

## 2.5 Elaboración de base de datos

Cada vez que se tomaba un dato ya sea peso o medida, este se registraba en una base de datos (Figura 7), para tener cada uno de los datos de las 660 plantas, los cuales fueron: el número de individuo, repetición, altura (cm), diámetro (mm), longitud de raíz (cm), peso fresco aéreo, peso fresco raíz, peso seco aéreo, peso seco raíz y observaciones. La finalidad de tener este documento en Excel fue para poder analizarlo después mediante un programa estadístico llamado SAS.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	No. Indi	Repetici	Alt (cm)	Diám (m)	L. Raíz (cm)	PFA(g)	PFR(g)	PSA(g)	PSR(g)	Obs
2	2	1	47.5	12.1	15.5	17.67	1.823	9.832	2.365	
3	2	2	44	7.6	15	16.389	1.683	9.511	1.688	
4	2	3	44.5	9.8	16	26.523	3.36	6.509	1.133	
5	2	4	55.5	11.2	11	36.933	5.138	9.024	1.693	
6	2	5	56	8	11	30.334	2.828	8.122	0.980	
7	2	6	18.5	6.8	11.4	4.803	2.376	3.520	0.683	Planta seca
8	2	7	51	9.1	13.5	24.669	3.459	8.772	1.394	
9	2	8	28.3	7.4	11.5	17.572	2.605	9.677	1.493	
10	2	9	36	8.3	11	20.04	2.875	8.361	0.884	
11	2	10	45	9.9	7	37.335	4.368	10.220	1.666	
12	3	1	47	7.4	11	15.091	2.04	7.091	1.336	
13	3	2	41	7.9	11.5	21.691	3.173	8.208	1.364	
14	3	3	46	7.4	11.5	23.135	2.222	7.777	1.12	
15	3	4	45	9.4	15.5	30.533	3.597	9.704	1.631	
16	3	5	52	8	11	15.027	1.688	9.332	1.94	
17	3	6	47	7.6	16	20.566	2.776	8.342	1.213	
18	3	7	27.5	7	11.3	7.512	1.128	4.821	0.786	
19	3	8	40.5	8.1	15.5	17.218	2.224	4.188	0.743	

Figura 7. Base de datos a partir de las mediciones y pesos de las 660 plantas evaluadas.

## 2.6 Analisis de datos

Despues de que los datos se registraron de manera correcta en el programa de Excel, la base se ingreso al programa estadistico SAS. En este programa se generó una serie de comandos con la finalidad de obtener un análisis de varianza (ANOVA de un solo factor), el modelo empleado para el análisis fue el siguiente:  $Y_{ij} = u + F_i + E_{ij}$  en donde:

$Y_{ij}$ = la variable respuesta

$u$  = el promedio

$F_i$ = representa a las familias

$E_{ij}$ = error experimental.

Posteriormente, en aquellas variables que mostraron significancia con un valor de  $\alpha \leq 0.05$ , se realizaron pruebas de comparación de medias con Tukey.

El programa analizo tanto la estadística descriptiva de todos los datos, las pruebas de tukey y ademas mostro los resultados de los indices de calidad (Cuadro 1).

Se tomaron en cuenta 5 indicadores que fueron consultados en diversas fuentes bibliograficas, estos indicadores mediante un minimo y un maximo determinan si un conjunto de plantas son de calidad o no. El indicador más representativo es el indice de calidad de Dickson ya que su calculo es a partir de todas las características morfológicas tomadas y al homogenizarlas brinda información mas precisa de si un numero de plantas son alta o baja en calidad, de tal manera que este índice depura aquellas plantas muy elongadas o muy anchas.

Cuadro 1. Indicadores de planta más usados para determinar la calidad.

Índice	Formula	Datos
Índice de Robustez	$IR = (A/D)$	A = Altura de la planta (cm). D = Diámetro de la planta (mm).
R. altura del tallo / L. raíz principal (At/LR)	$RATLRP = AT/LR$	A = Altura del tallo (cm). LR = Longitud de raíz (cm).
Relación peso seco área y peso seco del sistema radical	$RPSAPSR = BSA / BSR$	BSA = Biomasa seca Aérea (g). BSR = Biomasa Seca Raíz (g).
Índice de lignificación	$IL = (MTS / MTH) * 100$	IL = índice de lignificación. MTS = masa total seca. MTH = masa total húmeda.
Índice de Dickson	$QI = P / ((H/D) + (PA/PS))$	QI = índice de calidad. P = peso total de la planta (g). H = Altura (cm). D = diámetro (mm). PA = peso de la parte aérea (g). PS = peso de la parte subterránea (g).

## 2.7 Resultados de los datos evaluados

### 2.7.1 Medidas de centralización.

Con la ayuda del programa SAS se obtuvieron las estadísticas descriptivas de centralización de las variables evaluadas e indicadores obtenidos de los 66 individuos de plantas de *P. oocarpa* (Cuadro 2).

En el cuadro 2 se muestra el promedio de la **altura** que fue de 44.97, lo que infiere que la mayoría de las plantas son altas, las cuales tienen mayor capacidad fotosintética y “en teoría su crecimiento es superior” sin embargo al ser mayor en altura cuentan con una tasa de transpiración elevada, que en condiciones de sequía no es favorable porque el riesgo de morir incrementa y son más susceptibles a romperse por vientos. Por otra parte es importante mencionar que la altura por sí sola no se relaciona con la supervivencia de las plantas en campo, por ende, combinada con el diámetro (mm) se puede tener una mejor perspectiva de la planta: plantas menores a 10 cm son susceptibles a daños por insectos y mayores a 15 con diámetro en 4 mm se comenta que son más resistentes por otra parte, la altura óptima es aquella que le permita competir y desarrollarse de manera correcta en el sitio de plantación (Prieto y Sáenz, 2011).

Cuadro 2. Datos obtenidos de las variables e indicadores.

Variable	N	Media	Mediana	Moda
Altura (cm)	660	44.97	45.02	43.55
Diámetro (mm)	660	9.46	9.23	8.27



Longitud de raíz (cm)	660	13.54	13.28	11.50
Peso fresco aéreo (g)	660	24.81	24.70	
Peso fresco raíz (g)	660	3.19	3.15	
Peso fresco total (g)	660	28.01	28.26	
Peso seco aéreo (g)	660	7.68	7.62	
Peso seco raíz (g)	660	1.41	1.39	1.03
Peso seco total (g)	660	9.09	9.02	
<b>Indicadores</b>	<b>N</b>	<b>Media</b>	<b>Mediana</b>	<b>Moda</b>
Índice de robustes (cm)	660	5.20	5.15	
Relación altura de la planta longitud de la raíz (cm)	660	3.40	3.43	
Relación peso seco aéreo peso seco raíz (g)	660	6.04	5.90	
Índice de lignificación (%)	660	0.36	0.34	
Índice de calidad de Dickson	660	0.89	0.88	

Las plantas que se siembran en contenedores requieren de un balance morfológico para que se puedan sembrar en campo, por lo que el tamaño del contenedor definirá el espacio de desarrollo de las plantas (Reyes *et al.*, 2022). Landis *et al.*, 2004 citado en Reyes *et al.*, 2022, comenta que el **diámetro** es el mejor atributo que indica con mayor precisión la supervivencia y el crecimiento de las plantas en el sitio de plantación y que plantas que tengan diámetros mayores a 5 mm son las más resistentes a doblamientos, ataque de plagas y fauna nociva, el promedio en el presente proyecto fue de 9.46 mm (Cuadro 2), sin embargo no en todos los ambientes las plantas de mayor diámetro tienen mayor supervivencia, ya que también dependerá de la especie, por otra parte, si los tallos son delgados probablemente también pueda deberse a altas densidades de plantas (Morales, 2018).

La variable **longitud de raíz** arrojó un resultado de 13.54 cm (Cuadro 2) lo que puede significar según Quiroz *et al.*, 2009, una alta estabilidad de la planta ya que a mayor longitud hay una mejor capacidad exploratoria del sistema radical que mantiene el estado hídrico de la planta. Dependiendo el método de producción; raíz desnuda, mixto o raíz cubierta se dan ciertos criterios, en este caso al ser producidas en tubetes (raíz cubierta) se comenta que el volumen mínimo del recipiente debe ser de 135 cm<sup>3</sup> según los atributos morfológicos de Raulí citado en Quiroz *et al.*, 2009.

Las variables de pesos frescos y secos de la parte aérea y radical se pueden interpretar como la **biomasa de la planta**, y puesto que los secos son los que se comparan, en un estudio por Cobas, Sotolongo y Almora en el 2020 se comenta que plantas con menor medida en la relación altura/diámetro tienden a mantener un mejor estado hídrico ya que el consumo de agua se raciona en condiciones adversas (déficit hídrico). Por otra parte, sus resultados están ligados con la Relación de Pesos Secos y comentan que a menor valor de esta relación más se favorece la absorción de agua frente a las pérdidas. Por ende, una planta de calidad debe expresar un bajo valor de la relación biomasa aérea y biomasa de raíz, ya que de esta manera se verá favorecido la absorción de agua y sostén mecánico de tal forma que una vez plantadas en campo éstas puedan superar determinado estrés (Álvaro *et al.*, 2014 citado en Cobas, Sotolongo y Almora, 2020).

El **índice de robustez** promedio fue de 5.20 (Cuadro 2), Prieto y Sáenz 2011 indican que es recomendable obtener valores inferiores a seis, ya que es preferible tener planta de menor altura, pero con mayor diámetro de tallo; valores superiores a seis indican que la planta es más esbelta y menos fuerte generando una desproporción entre la altura y el diámetro lo que puede crear que las plantas sean susceptibles a daños por viento, sequía y helada una vez que son llevadas a campo.

La **relación altura de la planta longitud de raíz** predice el éxito de la plantación, por ende, debe de existir equilibrio y proporción entre estas partes, en un artículo sobre la calidad de planta en Michoacán, Muñoz *et al.*, 2014 indican tres tipos de calidad para esta relación:  $\leq 2$  alta, 2.1 a 2.5 media y mayor a 2.5 baja, el resultado para este análisis en esta relación fue de 3.40 por lo que la calidad en altura/longitud de raíz es baja ya que el resultado es mayor a 2.5 (Cuadro 2).

En la **relación peso seco aéreo peso seco raíz** el resultado fue de 6.04 (Cuadro 2) y la bibliografía señala que este valor tiene que ser menor a 2.5 ya que valores mayores indican que la biomasa aérea es mayor que la biomasa subterránea lo que genera que las plantas cuenten con más follaje y si se siembran en un sitio con limitación de humedad estas pueden sufrir un estrés hídrico y por ende no sobrevivir en el sitio de plantación (Rodríguez, 2008). Por lo que una planta de calidad en esta relación, el resultado debe ser bajo, ya que una estructura radical bien desarrollada es sinónimo de mejor absorción de agua y nutrientes (Escobar y Rodríguez, 2019).

El **índice de lignificación** promedio fue de 36 % (Cuadro 2), lo que corresponde a los valores mencionados por Prieto *et al.*, 2009, ya que este valor en coníferas está entre el 25 y 30%, la lignificación del tallo es importante porque provee de soporte a la planta ante estrés hídrico, cambios ambientales y favorece el establecimiento en campo (Tinoco y Ramírez 2014).

El **índice de calidad de Dickson** es el índice que recapitula varias variables tales como: peso total de la planta, altura, diámetro, peso de la parte aérea y subterránea. El valor obtenido fue de 0.89 (Cuadro 2) y comparándolo con un estudio de calidad de planta realizado por Sáenz *et al.*, 2010 determinó que en viveros forestales el índice de calidad de Dickson tiene tres categorías en donde valores menores a 0.2 indican una planta de baja calidad, mientras que valores entre 0.2 y 0.5 dictan plantas de calidad media y valores mayores a 0.5 determinan plantas de calidad alta (Tinoco y Ramírez, 2014).

### 2.7.2 Análisis de varianza

Los resultados expresados en el Análisis de varianza para las variables e indicadores de calidad de planta de *Pinus oocarpa* fueron las siguientes (Cuadro 3).

Cuadro 3. Resultados del ANOVA dividida en variables e indicadores.

Variables	Fuente de variación:	de Indicadores	Fuente de variación:
<b>Cuadrados medios y significancia estadística</b>			
Altura	161.71**	Índice de robustez	6.98**
Diámetro	36.28*	Relación altura de planta / longitud de raíz	1.46**
Longitud de raíz	17.17**	Relación peso seco aéreo peso seco raíz	11.03**
Peso fresco aéreo	381.07**	Índice de lignificación	0.039**
Peso fresco raíz	8.76**	Índice de calidad de Dickson	0.52**
Peso fresco total	490**		
Peso seco aéreo	17.51**		
Peso seco raíz	0.99**		
Peso seco total	23.93**		

\*\* Altamente significativo con  $p \leq 0.0001$ ; \* significativo con  $p \leq 0.05$ ; ns no significativo

Mostrando que hay una alta significancia  $p \leq 0.0001$  entre las variables y los indicadores estudiados en este proyecto.

### 2.7.3 Comparación de medias de individuos

Para poder ver la significancia que hay entre los individuos se realizó una prueba de Tukey mediante el programa SAS, en donde los resultados de las medias con las mismas letras no son significativamente diferentes. Los siguientes cuadros muestran la significancia que hay entre las diversas variables estudiadas.

El siguiente cuadro (Cuadro 4) muestra que las plantas del individuo 29 son las de mayor altura (57.15 cm) las cuales tienen mayor capacidad fotosintética “y en teoría su crecimiento es mayor” (Prieto y Sáenz, 2011). Por otro lado, las del agrupamiento C son las más bajas 37.40 cm.

Cuadro 4. Individuos con mayor altura 29 y de menor altura 27, 70 y 17, en donde se puede observar su crecimiento en cm en la parte de media de altura cm.

Tukey Agrupamiento	Media de altura (cm)	Individuos
A	57.15	29
BA	52.70	72
BAC	52.40 – 42.15	25, 95, 43, 73, 67, 35, 18, 12, 14, 5, 16, 88, 90, 22, 100, 71, 60, 92, 99, 94, 11, 7, 57, 82, 69, 32, 19, 65, 78, 96, 62, 84, 15, 55, 13, 76,

		26, 83, 87, 74, 75, 30, 58, 2, 6, 54, 56 y 34.
BC	41.95 – 37.80	79, 61, 52, 59, 3, 23, 63, 93, 9, 89, 98, 66 y 97.
C	37.65 – 37.40	27, 70 y 17.

Las plantas que se siembran en contenedores requieren de un balance morfológico para que se puedan sembrar en campo, por lo que el tamaño del contenedor definirá el espacio de desarrollo de las plantas (Reyes *et al.*, 2022).

Por ende, las plantas del individuo 23 (cuadro 5) son las de mayor diámetro (18.19 mm), sin embargo, es importante mencionar que el mínimo diámetro obtenido fue de 6.87 mm y que en no todos los ambientes las plantas de mayor diámetro tienen mayor supervivencia, ya que también dependerá de la especie.

Cuadro 5. El cuadro muestra como el individuo 23 es la de mayor diámetro mientras que las familias que están en el agrupamiento C son las de menor diámetro (mm).

Tukey Agrupamiento	Media de diámetro (mm)	Individuos
A	18.19	23
BA	16.66	58
BAC	12.96 – 8.63	13, 94, 17, 6, 87, 65, 52, 12, 61, 5, 69, 15, 11, 18, 57, 71, 98, 66, 67, 29, 75, 89, 55, 78, 88, 9, 70, 25, 95, 72, 73, 79, 16, 56, 34, 27, 2, 84, 19, 7, 100, 82 y 3.
BC	8.53 – 7.12	96, 90, 32, 60, 74, 35, 97, 99, 92, 54, 63, 59, 22, 62, 14, 43, 83 y 30.
C	7.07 – 6.87	26, 93 y 76.

El cuadro 6, muestra que el individuo 43 tuvo el mayor índice de robustes con 7.11 sin embargo es preferible obtener valores inferiores a seis, ya que es importante tener plantas de menor altura, pero con mayor diámetro de tallo, por lo que los primeros individuos ubicados en el agrupamiento BDAC, cumplen con lo estipulado por la bibliografía y así estas sean más resistentes a daños por viento, sequía y helada una vez que son llevadas a campo (Prieto y Sáenz 2011).

Cuadro 6. Agrupamiento de Tukey en donde se muestra que el individuo 43 tiene la mayor media para índice de robustes.

Tukey Agrupamiento	Media de IR	Individuo
A	7.11	43
BAC	6.71 – 6.32	14, 76, 92, 26, 22, 30 Y 35.
		93, 83, 72, 99, 29, 62, 63, 90, 25, 59, 60, 32, 100, 96, 95, 73,

BDAC	6.16 - 4.43	82, 16, 74, 88, 54, 19, 58, 7, 84, 67, 18, 78, 55, 3, 57, 34, 71, 56, 5, 2, 75, 9, 79, 97, 12, 89, 27, 15, 11, 69 y 65.
BDC	4.37 – 4.01	70, 98, 61, 66, 52, 94 y 87.
DC	3.98 – 3.49	6, 23, 13 y 17.

El individuo con la relación altura de la planta longitud de raíz (Raler) con una calidad media es la 89, ya que las demás son de calidad baja puesto que están por arriba de 2.5, tal como lo comenta Muñoz *et al* en el 2014 en su investigación. En ella clasifican la calidad de la siguiente forma:  $\leq 2$  alta, 2.1 a 2.5 media y mayor a 2.5 baja (cuadro 7).

Cuadro 7. Agrupamiento de los individuos en relación altura de la planta longitud de raíz.

Tukey Agrupamiento	Media de Raler	Individuos
A	4.26 y 4.25	43 y 72.
BA	3.94 – 2. 82	35, 18, 92, 32, 22, 11, 100, 26, 96, 5, 15, 87, 95, 90, 94, 54, 2, 29, 75, 13, 73, 57, 12, 16, 9, 78, 60, 25, 59, 14, 6, 84, 23, 99, 30, 52, 19, 3, 97, 61, 76, 79, 74, 88, 62, 67, 58, 27, 55, 69, 71, 66, 17, 7, 82, 65, 34, 70, 83, 63 y 93.
B	2.71 – 2.54	98, 56 y 89.

Referente a la relación peso seco aéreo peso seco raíz (Repsar) la bibliografía señala que este valor tiene que ser menor a 2.5 ya que valores mayores indican que la biomasa aérea es mayor que la biomasa subterránea como se comentó en el apartado de arriba. El resultado obtenido por individuo no es favorable en ninguno de los agrupamientos, sin embargo, el individuo 17 (cuadro 8) es la de menor Repsar por lo que éstas pueden ser seleccionadas por este atributo, además es importante mencionar que este índice puede estar siendo afectado o limitado ya que se sembró en un recipiente (tubete) lo cual limita el crecimiento radical.

Cuadro 8. El cuadro muestra valores superiores a los marcados por la bibliografía, sin embargo, el resultado menor fue el del individuo 17.

Tukey Agrupamiento	Media de Repsar	Individuos
A	8.85	92
BA	8.14 y 8.00	58 y 22.
BAC	7.89 – 4.79	72, 35, 30, 26, 59, 32, 67, 78, 43, 7, 29, 57, 96, 16, 54, 95, 99, 52, 100, 60, 12, 14, 87, 2, 82, 88, 15, 76, 90, 13, 93, 74, 25, 61, 84, 89, 11, 75, 5, 3, 94, 62, 27, 69, 73, 98, 63, 9, 56, 79, 19, 23, 18, 70, 71 y 83.

BC	4.74 – 4.27	6, 97, 55, 34, 65 y 66.
C	3.91	17

El cuadro 9 muestra que el grupo BDC Y DC son los óptimos en el índice de lignificación (IL), ya que este valor en coníferas está entre el 25 y 30%. La lignificación del tallo es importante porque provee de soporte a la planta ante estrés hídrico, cambios ambientales y proporciona el establecimiento en campo (Tino y Ramírez 2014). Por otra parte, los demás agrupamientos están por arriba de los valores mencionados por Prieto *et al.*, 2009.

Cuadro 9. Los individuos que están en los estándares marcados por Prieto *et al.*, 2009 (25 a 30%) son las del agrupamiento BDC Y DC.

Tukey Agrupamiento	Media de IL	Individuos
A	0.52	7
BA	0.50 y 0.49	59 y 92.
BAC	0.46	60
BDAC	0.45 - 0.30	22, 58, 16, 97, 76, 2, 43, 78, 73, 62, 26, 32, 3, 90, 83, 74, 30, 18, 100, 29, 12, 79, 61, 35, 99, 54, 75, 65, 23, 67, 72, 27, 6, 25, 66, 55, 52, 63, 19, 93, 34, 70, 88, 98, 11, 17, 14, 56, 15, 71, 82 y 89.
BDC	0.29 – 0.28	57, 87, 5, 84, 9 Y 95.
DC	0.26 y 0.25	96 y 13.
D	0.23	69 y 94.

Los valores obtenidos en el siguiente cuadro (cuadro 10) muestran los datos obtenidos referente al índice de calidad de Dickson (ICD). El valor mínimo fue de 0.50 y el máximo de 1.49 por lo que comparándolo con un estudio de calidad de planta realizado por Sáenz *et al.*, 2010, el ICD tiene tres categorías: valores menores a 0.2 indican una planta de baja calidad, mientras que valores entre 0.2 y 0.5 dictan plantas de calidad media y valores mayores a 0.5 determinan plantas de calidad alta (Tinoco y Ramírez, 2014). Por ende, todos los individuos referentes a su agrupamiento están por arriba de los valores obtenidos por Sanz *et al.*, 2010, lo que dictamina que son plantas de alta calidad.

Cuadro 10. Agrupamiento de Tukey que muestra los individuos con su media referente a ICD.

Tukey Agrupamiento	Media de ICD	Individuos
A	1.49	13
BA	1.46	17
BAC	1.37	94 y 61
BDAC	1.31	6
EBDAC	1.23 – 0.74	12, 65, 55, 66, 56, 75, 25, 57, 52, 73, 18, 87, 34, 11, 98, 23, 89, 71, 9, 70, 5, 78, 15, 79, 3, 2, 95, 97, 16, 27,

		88, 29, 60, 67, 7, 69, 90, 100, 58, 59 y 19.
EBDC	0.72 – 0.69	84, 92, 43, 62, 35, 96 Y 72.
EDC	0.69 – 0.62	83, 54, 32, 99, 63, 82, 74 Y 26.
ED	0.60 – 0.55	22, 14 y 76.
E	0.50	93 y 30.

## 2.8 Conclusiones sobre los datos evaluados

La conclusión al final de este trabajo fue que las plantas analizadas son de calidad alta según el índice de calidad de Dickson (ICD) ya que en el análisis de Tukey marca que todas superan el 0.5 (Tinoco y Ramírez, 2014), y puesto que este índice recapitula varias variables es el más completo. Por otro lado, dependiendo el atributo que se busque en las plantas se pueden elegir uno u otro individuo ya que el análisis de Tukey permitió desglosar que individuos tenían mayor o menor valor. Para ejemplificar si se requiere de plantas con mayor diámetro se pueden elegir los del individuo 23, por ende, este análisis es importante ya que *P. oocarpa* en México no recibe casi atención y estos estudios pueden ayudar a establecer plantaciones comerciales. Por lo que los resultados del presente proyecto brindan una idea más detallada de que individuos son las de mayor o menor atributo, y así establecer huertos semilleros que realicen el proceso de mejoramiento genético el cual puede optimizarse ya que, si se hace una selección temprana, lo cual consiste en seleccionar a temprana edad un carácter que este fuertemente relacionado con un carácter de interés económico de expresión tardía, se puede seleccionar ya que se conocerá la heredabilidad de tales individuos (Viveros, Sáenz y Guzmán, 2005).

## 2.9 Apoyo a las actividades requeridas en el CENID-COMEF.

Dado que en el INIFAP hay diversos proyectos se apoyó en cada uno de ellos. Por ejemplo, se realizó un análisis destructivo de *Pseudotsuga menziesii*, en donde los estróbilos se destruían con la finalidad de obtener semilla para que esta se clasificara en llena y vana. La llena es la semilla que cuenta con el embrión desarrollado y la vana es aquella que muy probablemente no se ha desarrollado de forma correcta.

Otro apoyo que se brindo fue en la obtención de escamas de cada estróbilo de *Pinus oocarpa*, en este estudio con unas pinzas se retiraba las escamas del estróbilo para medir la longitud y la anchura, y los datos obtenidos se registraban en una base de datos para su futura evaluación. Adicionalmente a estos proyectos se generó una práctica de cámaras húmedas en las cuales con agua oxigenada se rociaba el papel dentro de unas charolas en donde se depositó semilla de diversa índole forestal con la finalidad de que germinaran y por ende sembrarlas en tubetes para que así se desarrollaran . En esta misma practica se elaboró sustrato el cual era una combinación de peat moss, perlita y salvado de trigo, esta mezcla se homogenizo para después con ella llenar los recipientes de siembra.

Dentro de las actividades, se realizó una salida a campo. Se visito bosque esmeralda, en este sitio se siembran árboles de navidad de la especie *Pseudotsuga menziesii* y se dan visitas



guiadas para conocer el tema de la restauración del sitio. La visita fue de 5 días en donde se trabajó en un análisis destructivo de los estróbilos de dicha especie, esto con la finalidad de obtener semilla la cual se separaba en vanas y llenas. Esta actividad fue de suma importancia para el bosque esmeralda ya que el tema de obtener semilla de *P. menziesii* es difícil, porque los árboles no emiten estróbilos suficientes por lo que tardan mucho en dar semilla y muchas de las veces no son viables para sembrarlas. Por esta cuestión el futuro de las plantaciones de *P. menziesii* se puede ver afectado. Por ende, el obtener semilla y establecer un huerto semillero es de suma importancia para que se pueda continuar con esta actividad.

### **3 DESCRIPCIÓN DEL VINCULO DE LAS ACTIVIDADES DESARROLLADAS CON LOS OBJETIVOS DE FORMACIÓN DEL PLAN DE ESTUDIOS**

El servicio social se relacionó con la carrera en agronomía y con sus diferentes módulos, ya que se hizo una evaluación de 660 plantas con la finalidad de conocer su calidad, de tal manera que el módulo de gestión de calidad e inocuidad de los productos agrícolas nos da las herramientas necesarias para conocer los tipos de calidad, referente a normas y procesos de como realizar este tipo de evaluaciones. A demás en este proceso se generó un análisis estadístico y se aplicaron los conocimientos referentes a estadística, una de las materias impartidas por la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Xochimilco (UAM-X). Puesto que un cultivo requiere de varios factores para poder sobrevivir en campo, al evaluar la calidad no solo se tomo en cuenta el estado morfológico de la planta, sino que también se analizaron los factores abióticos y bióticos del sitio de plantación, para que así este, estuviera en las mejores condiciones, por ende, se pusieron en práctica los módulos de interacciones bióticas en los sistemas agrícolas y el medio físico productivo de los sistemas agrícolas.

Ya que se tomaron una serie de datos de características morfológicas de cada uno de los individuos analizados (660 plantas), se tuvo que realizar una medición del cuello, altura y longitud de raíz primaria, en esta parte del proyecto se reforzo lo aprendido en botánica. Esta materia genero el conocimiento del como y en donde medir las características morfológicas citadas por diversos autores. A demás como se apoyo en diversas actividades se puso en práctica el módulo de gestión de calidad e inocuidad de los productos agrícolas, por que se estuvo aprendiendo y reforzando las diversas formas de producir plántula para el sector forestal, así como las diversas técnicas y herramientas usadas en laboratorio para el análisis de las mimas.

Cabe resaltar que el presente proyecto que se llevo como parte del servicio social, se presento al INIFAP en un proyecto de investigación, y en la UAM-X, desde el inicio nos enseña a aplicar el método científico con fines de crear una respuesta a problemas que afectan la realidad. De tal modo que se creo un proyecto con todas las partes que debe de llevar, tales son: introducción, planteamiento del problema, justificación, marco teórico, materiales y métodos, resultados y conclusión. Por lo que durante toda la carrera se nos dio las herramientas necesarias para poder crear un documento que avale la investigación que se esta realizando, con la finalidad de poder extender este conocimiento a aquellas personas interesadas en la materia.

#### 4 BIBLIOGRAFIA

- Blanco, L. (2019). Pinus oocarpa: características, habitad, usos y cultivo. Lifeder. Recuperado de <https://www.lifeder.com/pinus-oocarpa/>
- CONAFOR. (2003). Pinus oocarpa Shiede. Consultado el 29/06/2022 <http://www.conafor.gob.mx:8080/documentos/docs/13/974Pinus%20oocarpa.pdf>
- Cobas López, M., Sotolongo Sospedra, Rogelio y Almora Ramos, Y. (2020). Comportamiento de los parámetros morfológicos de calidad de la planta de Lysiloma sabicú benth. en viveros sobre sustratos orgánicos. Revista cubana de ciencias forestales. 8 (3). 550-561. <http://scielo.sld.cu/pdf/cfp/v8n3/2310-3469-cfp-8-03-550.pdf>
- Escobar Alonso, S y Rodríguez Trejo, D. (2019). Estado del arte en la investigación sobre calidad de planta del género Pinus en México. Revista Mexicana de Ciencias Forestales. 10 (55). <https://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v10n55/2007-1132-remcf-10-55-4.pdf>
- Fabian Plesníková, I. (2020). Estudio de caracteres que intervienen en la producción de resina y su posible control genético en Pinus oocarpa. Universidad Michoacana de San Nicolas de Hidalgo. Pag, 1 y 5. México. [http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB\\_UMICH/3741/IIAF-R-D-2020-0683.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://bibliotecavirtual.dgb.umich.mx:8083/xmlui/bitstream/handle/DGB_UMICH/3741/IIAF-R-D-2020-0683.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Flores Garnica, J y Reyes Cárdenas, O. (2019). Distribución espacial de pinus oocarpa Schiede ex Schltdl. Mediante la estimación de la densidad Kernel. Revista Mexicana de Ciencias Forestales 10(53). México. <http://www.scielo.org.mx/pdf/remcf/v10n53/2007-1132-remcf-10-53-21.pdf>
- Gutiérrez Vázquez, B., Gómez Cárdenas, M., Valencia Manzo, S., Cornejo Oviedo, E., Prieto Ruiz, J y Gutiérrez Vázquez, M. (2010). Variación de la densidad de la madera en poblaciones naturales de Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl. Del estado de Chiapas, México. Revista Fitotecnia Mexicana. 4(33). 75-78. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v33nspe4/v33nspe4a15.pdf>
- Gutiérrez Vázquez, B., Gómez Cárdenas, M., Gutiérrez Vázquez, M y Mallen Rivera, C. (2012). Variación fenotípica de poblaciones naturales de pinus oocarpa Schidete ex Schltdl. En Chiapas. Revista mexicana de ciencias forestales. 4(19). México. <http://cienciasforestales.inifap.gob.mx/index.php/forestales/article/view/378/502>
- Instituto Nacional de Bosques. (2017). Pino de ocote (pinus oocarpa Schiede ex Schltdl); paquete tecnológico forestal. Guatemala. Pag, 1 y 2. [https://www.itto.int/files/itto\\_project\\_db\\_input/2802/Technical/PINO%20OCOTE.pdf](https://www.itto.int/files/itto_project_db_input/2802/Technical/PINO%20OCOTE.pdf)
- Morales, E. (2018). Indicadores de calidad de planta en viveros forestales de estado de Tamaulipas. Universidad Autónoma de Nuevo León. México. Pag, 25-26.
- Moctezuma López, G y Flores, A. (2020). Importancia económica del pino (pinus spp.) como recurso natural en México. Revista mexicana de ciencias forestales. 11(60), 161-185. México. [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322020000400161](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322020000400161)
- Muñoz Flores, H., Sáenz Reyes, J., Coria Avalos, V., García Magaña, J., Hernández Ramos, J y Manzanilla Quijada, G. (2014). Calidad de planta en el vivero forestal la dieta, municipio Zitácuaro, Michoacán.

[https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S2007-11322015000100007](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-11322015000100007)

- Prieto Ruiz, J., García Rodríguez, J., Mejía Bojórquez, J., Huchín Alarcon, S y Aguilar Vitela, J. (2009). Producción de planta del género Pinus en vivero en clima templado frío. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Publicación Especial Núm. 28. <http://sivicoff.cnf.gob.mx/ContenidoPublico/09%20Manuales%20t%C3%A9cnicos/Lista%20de%20documentos/Viveros%20forestales/Manual%20Produccion%20de%20planta%20de%20Pinus%20en%20vivero.pdf>
- Prieto Ruíz, J y Sáenz Reyes J. (2011). Indicadores de calidad de planta en viveros forestales de la sierra madre occidental. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Durango, México. Pag, 14
- Quiroz Marchant, I., García Rivas, E., González Ortega, M., Chung Guinpo, P y Soto Guevara, H. (2009). Vivero forestal: producción de plantas nativas a raíz cubierta. INFOR. Pag, 44.
- Reyes Ramos, A., Cruz de León, J., Martínez Palacios, A., Marc Lobit, P., Ambriz Parra, E y Sánchez Vargas, M. (2019). Caracteres ecológicos y dendrométricos que influyen en la producción de resina en Pinus oocarpa de Michoacán, México. Madera y bosques, 25(1). <http://www.scielo.org.mx/pdf/mb/v25n1/2448-7597-mb-25-01-e2511414.pdf>
- Reyes Reyes, J., Rodríguez Morales, J., Pimienta de la Torre, D., Fuentes Pérez, M., Aguirre Medina, J y Merino García, A. (2022). Diagnóstico de la calidad de planta en el vivero forestal el Campanario, Tuxtla Chico, Chiapas. Revista electrónica de ciencias biológicas y agropecuarias. 19 (10). <http://e-cucba.cucba.udg.mx/index.php/e-Cucba/article/view/207/192>
- Rodríguez Trejo, D. (2008). Indicadores de calidad de planta forestal. Universidad Autónoma de Chapingo. Mundi. México. Pag, 120.
- Sáenz Reyes, J., Villaseñor Ramírez, F., Muñoz Flores, H., Rueda Sánchez, A., Prieto Ruiz, J. (2010). Calidad de planta en viveros forestales de clima templado en Michoacán. Secretaria de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación. México, Uruapan Michoacán. Pag. 6-9. <https://docplayer.es/17222741-Calidad-de-planta-en-viveros-forestales-de-clima-templado-en-michoacan.html>
- Sánchez Velázquez, J. (2018). Valoración financiera de dos sistemas de producción de planta forestal en vivero con fines de restauración. Colegio de postgraduados. México. [http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2948/1/Sanchez\\_Velazquez\\_JR\\_MC\\_Forestal\\_2018.pdf](http://colposdigital.colpos.mx:8080/jspui/bitstream/10521/2948/1/Sanchez_Velazquez_JR_MC_Forestal_2018.pdf)
- Tinoco López, J y Ramírez Ramírez, O. (2014). Evaluación de la influencia de la fertilización en el vivero sobre calidad de la planta de Pinus oocarpa Schiede y su desarrollo inicial en plantación. Universidad Nacional Agraria. Managua, Nicaragua. Pag, 7.
- Viveros Viveros, H., Sáenz Romero, C y Guzmán Reyna, R. (2005). Control genético de características de crecimiento en vivero de plántulas de Pinus oocarpa. Revista fitotecnia mexicana. 28(04). [https://www.uv.mx/personal/heviveros/files/2014/11/ViverosViveros\\_2005\\_PoocarpaControlGenetico\\_FitotecniaMexicana.pdf](https://www.uv.mx/personal/heviveros/files/2014/11/ViverosViveros_2005_PoocarpaControlGenetico_FitotecniaMexicana.pdf)