

**INSTITUTO TECNOLÓGICO Y DE ESTUDIOS SUPERIORES DE OCCIDENTE**

Departamento de Procesos Tecnológicos e Industriales

*Sustentabilidad y Tecnología*

**PROYECTO DE APLICACIÓN PROFESIONAL (PAP)**

**Programa de desarrollo tecnológico para la sustentabilidad ambiental energética y  
alimentaria**



**ITESO**

Universidad Jesuita  
de Guadalajara

**4D08 Desarrollo tecnológico para la sustentabilidad ambiental energética y  
alimentaria**

**Restauración ecológica del predio del ITESO en el Bosque La Primavera**

**Micropropagación de Especies Endémicas del Bosque La Primavera y caracterización  
de suelos**

Ing. Biotecnología Diana Laura Ramírez Revuelta

Ing. Biotecnología Anette González Jáuregui

Ing. Biotecnología Alejandra Hoyo Reyes Robles

Profesores PAP:

Dr. Hugo de Alba Martínez

Tlaquepaque, Jalisco, 08 de mayo de 2023

## Contenido

Abreviaturas .....	3
Objetivos .....	3
General.....	3
Particular .....	3
Materiales .....	6
Resiembra de orquídeas .....	6
Formulación de medios.....	6
Resiembra de plántulas.....	7
Caracterización de suelos .....	7
Toma de muestras en campo.....	7
Pretratamiento de suelos .....	8
pH.....	8
Métodos .....	9
Resiembra de orquídeas .....	9
Caracterización de suelos .....	10
Resiembra de orquídeas .....	13
Caracterización del suelo .....	15
Mantenimiento y actualización de la base de datos Excel .....	14
Conclusiones .....	21
Referencias.....	21
Anexos.....	25

## Abreviaturas

Tabla 1. Abreviaturas utilizadas

Abreviatura	Significado
MS	Medio Murashige & Skoog
L	Litro
mg	Miligramo
UV	Luz ultravioleta
ANP	Área natural protegida

## Objetivos

### General

Realizar técnicas de micropropagación de especies vegetales de interés ecológico, con el fin de aumentar la reserva de plantas del ANP Bosque La Primavera, y como consecuencia, preservar el ecosistema y contrarrestar los daños provocados por fenómenos naturales/antropogénicos. Además, analizar el suelo del ANP Bosque La Primavera en distintos puntos para obtener información sobre sus características.

### Particulares

1. Resiembra y mantenimiento de diferentes tipos de orquídeas nativas del bosque
2. Caracterización del suelo a partir de pH, color, porcentaje de materia orgánica y composición, comparando las variables entre el predio Planillas y el predio sur.

### Resumen

Este proyecto se enfoca en la restauración del Área Natural Protegida Bosque La Primavera que se encuentra en el estado de Jalisco, México. A través de la micropropagación, se multiplicaron explantes de orquídeas para su mantenimiento y se realizó una caracterización del suelo del Bosque La Primavera para conocer su pH en diversos puntos, color mediante la tabla de Munsell, materia orgánica y tipo de suelo. Se obtuvo un total de 80 resiembras de especies de orquídeas y gracias a los análisis realizados sobre la

caracterización del suelo se encontró que las barreras implementadas han ayudado a incrementar el porcentaje de materia orgánica en el suelo e modificar la textura del mismo.

## **Introducción**

México tiene una riqueza natural por su ubicación geográfica con gradiente climático y diversa topografía, tiene mezcla vegetativa boreal norteamericana y meridional sudamericano los cuales convergen en la zona central de Jalisco (Reyna, 2004). El Bosque La Primavera está localizado en el traslape de dos provincias fisiográficas, Sierra Madre Occidental (SMO) y el Eje Neovolcánico Transversal. Se encuentra al poniente de la ciudad de Guadalajara, y está dentro de 4 municipios: Zapopan, Tlajomulco de Zúñiga, Tala y El Arenal. Tiene una superficie de 36,229 hectáreas, de las cuales 30,500 están protegidas (Reyna, 2004).

Entre los principales factores de transformación del paisaje y perturbación ecológica en el Bosque La Primavera se encuentran los incendios forestales, así como las actividades antropogénicas que afectan la composición y dinámica de los ecosistemas involucrados, fragmentan corredores biológicos y ocasionan el variación temporal o intercambio de especies (Gallegos et al., 2014).

Debido al cambio de uso del suelo y a los factores de transformación mencionados, es importante que se tomen acciones en materia de restauración ecológica de las zonas forestales que se encuentran cercanas a ciudades en crecimiento. Estas adversidades provocan cambios en la calidad del aire que contribuyen al calentamiento global y degradan la calidad de vida de la población llegando incluso a la enfermedad, enfermedades relacionadas al sistema respiratorio y sistema cardiovascular. Por otra parte, también afecta de forma indirecta a la población, siendo que la erosión de los suelos provocada por los incendios propicia inundaciones en las ciudades debido a la falda de cobertura vegetal en las zonas altas durante las lluvias (Pérez, 2019).

La restauración ecológica se define como serie de acciones intencionales que propician el mejoramiento o recuperación de un ecosistema con respecto a su integridad. El término restauración ecológica no debe ser confundido con reforestación, pues este último

únicamente significa el establecimiento de unas cuantas especies vegetales nativas para la recuperación de la cobertura vegetal, sin considerar la biodiversidad preexistente (De La Peña, 2007).

Las especies herbáceas cobran una especial importancia, como lo son las orquídeas, una familia de plantas con una gran variedad en tamaños, colores y funciones ecológicas. Estas corren el riesgo de desaparecer debido a las actividades antropogénicas e incendios que ocurren en el Bosque La Primavera (Reyna, et al., 2006).

La mayoría de las orquídeas son plantas con hábitos epífitos que se establecen en árboles para crecer sin llegar a ser un parásito, aunque también se encuentran orquídeas terrestres y litófitas que prefieren desarrollarse en superficies porosas. La selección de micropropagación de orquídeas se debe a la dificultad que presentan para reproducirse y crecer con facilidad en la naturaleza, puesto que dependen de la simbiosis que formen con hongos micorrícicos presentes en el suelo o cortezas de árboles. Al ser sembradas en un cultivo estéril controlado presentan una mayor facilidad para desarrollarse debido a que se encuentran en condiciones física y químicamente controladas. (Fischer, 2007).

Un método en busca de la conservación de plantas es la micropropagación o cultivo de tejidos vegetales que consta en tomar diferentes fragmentos de las especies buscadas para la reproducción controlada y en condiciones óptimas. Este proceso se lleva a cabo de forma *in vitro* lo que significa una incubación en una cámara sellada con ciertas condiciones físicas controladas, en su mayoría se mantienen nutrientes, temperatura, e iluminación constante; en cierto punto de desarrollo de la planta debe pasar a una fase de adaptación *ex vitro* donde se cuidan diferentes factores para lograr la supervivencia en campo (Báez, 2015). La utilización de carbón activado en cultivos *in vitro* ha demostrado que permite reducir los días de germinación e incrementar el número de brotes obtenidos por planta. Un mayor incremento de longitud de tallo, número de hojas por planta y longitud de la hoja (Vaca , 2018).

Una parte fundamental para la buena adaptación de las orquídeas es el suelo, es un componente importante de los bosques y ecosistemas forestales ya que ayuda a regular importantes procesos ecosistémicos, tales como absorción de nutrientes y disponibilidad del agua. El suelo también proporciona anclaje, agua y nutrientes a los árboles, quienes a su

vez también son un factor importante en la formación nuevo suelo al deteriorarse y descomponerse las hojas y la vegetación. La gestión sostenible de los bosques involucra una gestión adecuada de los suelos para luchar contra la erosión y asegurar su conservación (FAO, 2015).

La caracterización de suelos es un análisis que se hace a éste para saber en qué condiciones se encuentra y cuáles son sus macronutrientes, micronutrientes y parámetros relevantes como el pH y el color y tipo de suelo. Con la caracterización es posible determinar el grado de impacto que han tenido los incendios forestales en La Primavera ya que los daños tienen presencia en factores químicos y físicos. Es importante mencionar que la información consecuente de la caracterización es vital para definir si el suelo necesita acciones de restauración o recuperación y en el caso de que sea preciso, cuales serían los métodos adecuados. (Flores, G., 2005)

## **Materiales**

Los materiales que se utilizaron durante el semestre para realizar las prácticas se muestran a continuación. Aquellos que necesitan ser estilizados previamente a la práctica se resaltan en negritas.

### **Resiembra de orquídeas**

#### **Formulación de medios**

##### Materiales

Frascos de siembra  
Placa de calentamiento  
Autoclave  
Potenciómetro  
Agitador magnético  
Probeta (1L)  
Probeta (100 mL)  
Guantes para materiales calientes  
Balanza  
Espátula

##### Reactivos

Medio Phytamax  
Piseta con agua destilada  
Piseta con etanol 70%  
Agar  
HCL 0.1 M  
NaOH 0.1 M  
Sacarosa  
Carbón activado

Charolas para pesar  
Frasco Schott (1L)  
Vaso de precipitado (1L)

## **Resiembra de plántulas**

### Materiales

**Pinzas (2)**  
**Vidrios de corte (2)**  
**Frasco Schott 1L (2)**  
**Frascos para resiembra (150 mL)**  
Mecheros con alcohol (2)  
Encendedor  
**Vasos de precipitado 3 (250 mL)**  
Etiquetas de mantenimiento  
Parafilm  
Probeta de 250 mL  
Campana de flujo laminar (2)  
Plántulas para mantenimiento  
Vasos de precipitado de 100 mL

### Reactivos

**Agua destilada**  
Etanol 70%  
Etanol 96%  
**Medio de cultivo Phytamax**

## **Caracterización de suelos**

### **Toma de muestras en campo**

#### Material

Bolsas ziploc  
Localizador GPS  
Flexómetro  
Pala de mano

#### Equipos

NA

### **Pretratamiento de muestras de suelo**

#### Material

Papel para esterilizar  
Tijeras  
Cápsulas de porcelana (7)

#### Equipos

Horno  
Tamizador

### **Medición de pH en muestras de suelo**

#### Materiales

Potenciómetro  
Balanza  
Espátulas  
Vasos de precipitado de (250mL)

#### Reactivos

Agua destilada  
Buffers de calibración

### **Determinación de color de Munsell**

#### Materiales

Libro de color Munsell  
Suelo  
Espátulas  
Servitoalla o hoja blanca  
Guantes  
Vasos de precipitado de (250mL)

#### Reactivos

Agua destilada

### **Determinación de porcentaje de materia orgánica**

#### Materiales

3 vasos de precipitado de 250ml  
Bureta  
3 pipetas  
Vaso de precipitado de 1L  
Probeta de 100 ml

#### Reactivos

Agua destilada  
K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> 1N  
FeSO<sub>4</sub>  
H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>  
Difelamina



Campana de extracción de gases

Suelo

Potenciómetro

Balanza

Espátulas

## **Determinación de tipo de suelo**

### Materiales

3 probetas 100ml

Balanza

Espátulas

3 vasos de precipitado de (250mL)

### Reactivos

Agua destilada

Agua oxigenada

Solución acuosa de

Hexametáfosfato de sodio al 5%

Peróxido de hidrogeno al 60%

## **Métodos**

### **Resiembra de orquídeas**

Para la resiembra de orquídeas primero se preparó el medio de cultivo Phytamax, que se utiliza para el mantenimiento de plántulas de orquídeas ya desarrolladas ya que tiene factores que ayudan al crecimiento y metabolismo de las plantas. Se preparó 1L de medio con carbón activado por cada 20 frascos a utilizar. Las cantidades necesarias para la preparación son las siguientes: Medio Phytamax P0931 a 25.3 g/L, sacarosa a 10 g/L y agar a 8 g/L. La sacarosa y el agar son una parte fundamental para la formulación de medio ya que la sacarosa actúa como fuente de carbono para la plántula y el agar le da solidez al medio. El medio se prepara con carbón activado a una concentración de 1.5 g/L. Después de calcular las cantidades necesarias, se pesaron los reactivos, se disolvió la sacarosa, el carbón activado y el medio Phytamax en 1L de agua destilada, se midió el pH y se ajustó a un valor de entre 5.5 y 6.0, se añadió el agar y se metió a esterilizar. Finalmente se vertieron aproximadamente 30 mL de medio en cada frasco.

Una vez que solidificó el medio, se trabajó en la resiembra. Primero se preparó el espacio de trabajo, se limpió con etanol al 70% todas las superficies de trabajo, especialmente la campana de flujo laminar y todos los materiales estériles a utilizar. Se metió a la campana de flujo laminar los materiales previamente limpiados y se cerró la campana para mantenerla en luz UV por 15 minutos. Transcurrido el tiempo se apagó la luz UV y se abrió poco a poco la campana, ya que el flujo se estableció se introdujeron las plántulas y los medios de cultivos. Siempre procurando tener las manos limpias y utilizando guantes.

Posteriormente, se debe identificar cuáles y cuántas plántulas se transferirán por frasco. A todos los frascos utilizados se les flamearon las orillas. Se sumergieron las pinzas en etanol y se flamearon por 5 segundos, se dejaron enfriar por 5 segundos para poder tomar la plántula. Se sembró la plántula, evitando tocar las orillas del frasco y tomando en cuenta que debe de estar a aproximadamente 5 mm de profundidad. Flamear nuevamente la boca del frasco, cerrar la tapa y sellar con Parafilm. Se dejaron cultivando a 25°C. Se etiquetaron de acuerdo con los Anexos 1, 2 y 3.

### **Caracterización de suelos**

La caracterización de suelo se dividió en 3 partes: toma de muestras, pretratamiento y análisis.

Para la toma de muestras, se debe tener en cuenta que las muestras de suelo obtenidas de una zona se delimitan por fisiografía y topografía. Una vez teniendo la zona seleccionada, se tomaron 10 muestras de aproximadamente 30g cada una con ayuda de un barreno. Estas muestras se toman en zig-zag dentro del área delimitada. Posteriormente, se registraron las coordenadas y centímetros de profundidad en la zona. Se repitió con cada muestra.

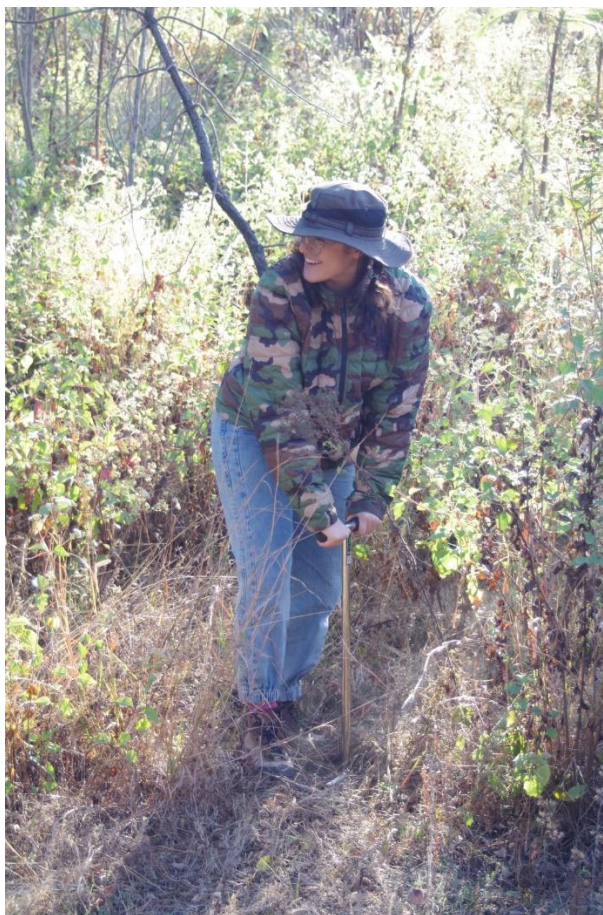


Figura 1. Obteniendo la muestra de suelo con ayuda del barreno

Una vez obtenidas las muestras, en el laboratorio, se les aplicó un proceso de pretratamiento. Dentro de las primeras 24h, las muestras se limpiaron de impurezas visibles (rocas, ramas, hojas) y se extendieron en papel para dejarlas secar por al menos un día. Posteriormente se colocaron en cápsulas de porcelana y se dejaron secar en un horno por 2h a 100°C. Finalizado este tiempo, se tamizaron, separando las muestras en diámetros de 40 y 70 mm. Se guardaron y etiquetaron para su almacenamiento y posterior análisis.

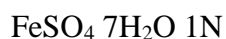
Dentro de la caracterización de suelos y análisis se realizaron cuatro procedimientos diferentes con las muestras para determinar pH, color, tipo de suelo y porcentaje de materia orgánica. Los procedimientos se describen a continuación.

- Determinación de pH: con la muestra de 70mm se pesaron 5 g y se disolvieron en 10 ml de agua destilada. Una vez disuelto, se midió el pH con ayuda de un potenciómetro y se repitió el procedimiento con todas las muestras.

- Determinación de color: A las muestras con diámetro de 40mm se les agregó un poco de agua destilada hasta formar una bola compacta de suelo, fácil de manipular y sin exceso de humedad. Posteriormente se utilizó el manual de Munsell para comparar el suelo con los colores y determinar a qué categoría de color pertenecen las muestras.
- Determinación de tipo de suelo: Se eliminó la materia orgánica de las muestras, se pesaron 50g de suelo y se colocaron en un vaso de precipitado. Posteriormente, se les añadió peróxido de hidrogeno al 60%, 10ml de Hexametáfosfato de sodio y 50ml de agua oxigenada. Se dejó reposar las muestras por 15 minutos y una vez transcurrido el tiempo se agitaron constantemente con una espátula por 10 minutos. Se vertieron las muestras en una probeta de 100mL (cuyo peso fue determinado anteriormente) y se observó el volumen de las muestras. Finalmente, se realizó una segunda medición de peso y se determinó la densidad de las muestras con base en los cálculos de masa y volumen.
- Determinación de porcentaje de materia orgánica: Este procedimiento se dividió en 2 etapas: preparación de reactivos y titulación. Para los reactivos se utilizó una campana de extracción, guantes y cubrebocas por seguridad.



Se disolvió 49.025 g de  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$  en agua destilada, y se aforó a 1000mL.



Se disolvieron 278g de  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  en agua destilada, y se agregaron 15 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado; posteriormente se dejó enfriar debido a que se trata de una reacción exotérmica. Se aforó a 1L.

Para la preparación del indicador de difenilamina, se disolvieron 0.5 g de difenilamina en 20mL de agua y 100mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Para iniciar con la titulación, primero se oxidó la materia orgánica colocando 1g de suelo en un matraz Erlenmeyer de 250mL y añadiendo  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7 \text{ 1N}$ . Se mezcló y se agregó lentamente 5mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado. Se siguió mezclando durante 1 minuto para asegurar la interacción y se evitó que el suelo o el líquido quedaran adheridos a las paredes del

matraz. Posteriormente se diluyó la mezcla en 50mL de agua destilada y se añadieron 2.5mL de H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> al 85% y 8 gotas de indicador de difenilamina. Se llevó a cabo el mismo procedimiento con un blanco.

Finalmente, en una bureta de 10ml se colocó FeSO<sub>4</sub> 7H<sub>2</sub>O 1N y se realizó la titulación. Esta se detuvo cuando el color de las muestras cambió a un verde azulado y se tomó nota de los mL agregados.

## **Resultados y discusión**

### **Resiembra de orquídeas**

Se realizaron un total de aproximadamente 80 resiembras de distintas especies contenidas en el inventario del PAP, las cuales fueron: *Laelia albida*, *Laelia rubescens*, *Brassavola cucullata*, *Bletia* sp, *Oncidium stelligerum* y *Guarianthe aurantiaca*. Para esto, se utilizó medio Phytamax con carbón activado, debido a que durante el trabajo de micropropagación en el semestre Otoño 2022 se encontró que el carbón activado en el medio ocasiona que las orquídeas generen un mayor número de brotes y mayor longitud de sus hojas. A continuación, se muestran algunas de las orquídeas que fueron parte del mantenimiento, mismas a las que se les continuará dando seguimiento para su futura adaptación ex vitro.



Figura 2. Plántula de *Bletia sp* en medio Phytamax con carbón activado 9 semanas después de la resiembra.



Figura 3. Plántula de *Brassavola cucullata* en medio Phytamax con carbón activado 9 semanas después de la resiembra.



Figura 4. Plántula de *Brassavola cucullata* en medio Phytamax con carbón activado 7 semanas después de la resiembra.

### **Caracterización del suelo**

Para la caracterización de suelo se tomaron 3 puntos estratégicos para su comparación: 1. Muestra en planillas, la vegetación dentro de esta zona es más abundante ya que no ha habido tantos incendios dentro de esta zona; 2. Muestra de suelo con barrera (predio de abajo), se quiso evaluar el proceso que lleva el suelo gracias a las barreras puestas por voluntariados pasados para así compararla con; 3. Muestra de suelo sin barrera (predio de abajo), hacer contraste sobre si las barreras han estado implementando materia orgánica al suelo.

### **pH y color de Munsell**

Se buscó evaluar el pH y color del suelo del Bosque La Primavera en los predios Planillas y sur. El color fue evaluado con base en la clasificación de color Munsell como se muestra en la imagen 6 y 7. Como se muestra en la figura 8, los tonos de tierra son muy oscuros,

tendiendo a negro, esto hace sentido ya que cuando el suelo tiende a colores oscuros puede ser por partículas de materia orgánica humificada lo que concuerda con los antecedentes de incendio del bosque de la primavera (Minervini, 2018). Mientras que el pH de las muestras tiende a ser ácido siendo ya que el pH de los 3 puntos fueron 5.72, 5.37, 5.64, según la literatura el pH del bosque de la primavera varía de 5.7 hasta 6.3, en las áreas sin quemar (Garnica, 2005).

Asimismo, como parte del procedimiento de caracterización de suelos, se realizó una base de datos en Excel que fue añadida a los documentos del PAP en donde se registró (y se busca que se continúe con el registro) información relevante sobre las muestras tomadas del Bosque la Primavera, como coordenadas, fecha de toma de muestra, observaciones importantes y resultados del análisis de pH y color.



Figura 5. Obtención de color del suelo con ayuda del manual de color Munsell.



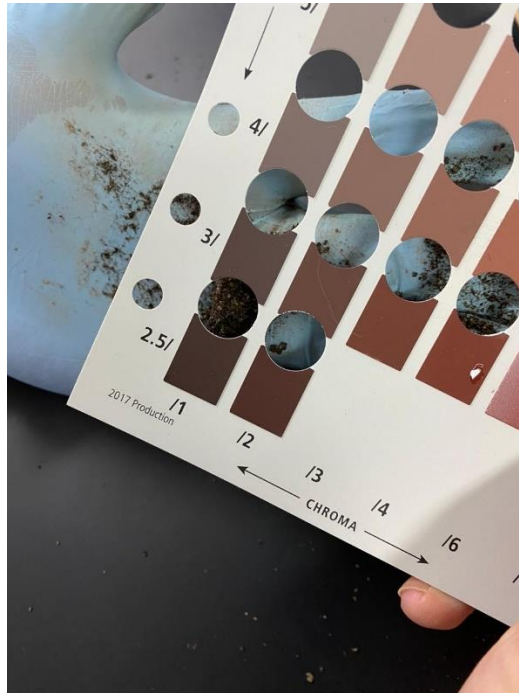


Figura 6. Obtención de color del suelo con ayuda del manual de color Munsell.

### Composición del suelo

Como se mencionó anteriormente para el tipo de suelo se utilizó la densidad, las densidades se muestran a continuación.

Tabla 2. Densidades obtenidas de cada muestra

Muestra	Densidad
Planillas	1.332 g/ml
Barrera	1.353 g/ml
Sin Barrera	1.373 g/ml

De acuerdo a la base de datos de Stemm la densidad de los distintos tipos de suelo según su textura se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 3. Densidad de los tipos de suelo.

Tipo de suelo	Densidad
Arcilla	1.01 g/ml
Arena	1.44 g/ml

---

Limo	1.1 g/ml
------	----------

---

(Stemm, s.f)

Teniendo esta información se puede concluir que la densidad a la que más se acercan las tres muestras de suelo es a la de arena, sin embargo, se puede observar en la Tabla 2, que la densidad baja conforme donde se cree que existe mayor materia orgánica. Con esto y considerando que el humedecimiento de la tierra disminuye la densidad gracias a la presencia de agua, se puede suponer que las densidades se están acercando más hacia el limo o la arcilla, lo cual es una señal de que el suelo está en camino para tener una buena reserva de nutrientes, ser fértil y fáciles de trabajar (González, 2009). Sin embargo, ya que las densidades se acercan más a las de la arena, esto significa que el suelo es fácil de trabajar, pero tiene muy pocas reservas de nutrientes ya que es un suelo altamente permeable y tiene poca retención de agua (Villa, 2020).

Con base en la Tabla 2, se observa que las barreras están provocando un cambio dentro del tipo de suelo, haciendo que se acerquen más hacia una textura de limo o de arcilla. Por lo que se puede concluir que las barreras están provocando que el suelo poco a poco retenga nutrientes.

Además, para tener una mayor claridad del porcentaje del tipo de suelo, se debe de hacer el análisis con el hidrómetro para tener con mayor seguridad y certeza la composición de cada muestra.

### **Materia Orgánica**

Después de realizar la titulación descrita con anterioridad, se utilizaron los resultados para obtener el porcentaje de materia orgánica del suelo utilizando la siguiente ecuación:

$$\% \text{ materia orgánica} = 10 \left( 1 - \frac{p}{t} \right) (0.67)$$

Donde:

- p= ml de FeSO<sub>4</sub> utilizados en las muestras.
- t= ml de FeSO<sub>4</sub> utilizados en el blanco.

(Torres, 2023)

Obteniendo así los resultados de la tabla 3.


Tabla 3. porcentaje de materia orgánica

<b>Sin barrera</b>	<b>Con Barrera</b>	<b>Planillas</b>
<b>0%</b>	0.3%	1.21%

Se puede observar que las muestras de suelo obtenidas del predio planillas contienen el mayor porcentaje de materia orgánica, seguidas de las muestras del predio sur obtenidas de las barreras de suelo y de las muestras obtenidas de suelo sin barrera.

La materia orgánica del suelo consiste en una amplia gama de sustancias orgánicas como organismos vivos, biomasa, carbono, hidrógeno, oxígeno, fósforo, azufre, y otros micro y macronutrientes esenciales para las plantas (Secretaría de Agricultura, 2023). Los incendios forestales alteran química y biológicamente la materia orgánica del suelo y ocasionan una disminución de ésta. Por ende, como era de esperarse, el predio planillas contiene el mayor porcentaje de materia orgánica, debido a que el impacto de los incendios forestales en esa zona no ha llegado a la magnitud del daño ocasionado en el predio sur. Lamentablemente, las muestras del predio sur en donde no hay barreras de suelo demuestran que el porcentaje de materia orgánica es de 0%, por lo que es posible que sea necesario tomar una mayor cantidad de muestras en un futuro o que el porcentaje sea tan pequeño que el método utilizado para el análisis de suelo no sea lo suficientemente sensible. El porcentaje de materia orgánica en el mismo predio, pero alrededor de las barreras de suelo, es mayor.

Toda esta información, así como las observaciones obtenidas de las muestras de suelo durante este semestre, se encuentran en el documento de Excel actualizado con datos que serán necesarios para investigaciones en semestres posteriores.

 <b>PAP BOSQUE ESCUELA ITESO</b>												
Tratamiento de muestras de suelo del Bosque La Primavera												
ID	Fecha	Sección	Observaciones	x	y	Profundidad (cm)	Cantidad (g)	pH	Categoría	Color (Munsell)	Nombre del color	
1	14-sep-22	Planillas	-	652894	2277813	12.00	30	6.53	Moderadamente ácido	10YR 2/1	Black	
2	14-sep-22	Planillas	Llovió	652830	2277326	4.50	60	6.6	Neutro	5Y 2.5/1	Black	
3	14-sep-22	Planillas	Estación	652337	2277096	10.00	103	6.27	Moderadamente ácido	10YR 2/1	Black	
4	14-sep-22	Planillas	Muy poco suelo	652103	2277404	4.50	30	5.89	Moderadamente ácido	10YR 2/1	Black	
5	14-sep-22	Predio sur	Suelo tomado dentro del predio del ITESO. Rocas pequeñas, vegetación y suelo seco. 14/11/2022: NOTAMOS QUE LA CONSISTENCIA ES ARENOSA	655127	2276384	2.00	50	6.12	Moderadamente ácido	2.5YR 2.5/1	Reddish black	
6	14-sep-22	Predio sur	Suelo tomado cerca de la fototrampa 1, a las afueras del predio del ITESO. Muchas rocas pequeñas, vegetación y suelo con poca humedad.	655049	2276738	2.00	40	5.89	Moderadamente ácido	10YR 2/1	Black	
7	14-sep-22	Predio sur	Suelo tomado dentro del predio del ITESO y cerca de una barrera. Muchas rocas pequeñas y vegetación.	655195	2276372	2.00	60	6.23	Moderadamente ácido	10YR 2/2	Very dark brown	
8	08-feb-23	Planillas	Suelo tomado de un área no afectada por incendios forestales.	652806	2277303	20.00	260	5.72	Moderadamente ácido	7.5YR 2.5/2	Very dark brown	
9	09-feb-23	Predio sur	Suelo tomado dentro y alrededor de barrera de suelo realizada como labor de Bosque Escuela ITESO.	655237	2276414	20.00	290	5.37	Moderadamente ácido	10YR 2/2	Very dark brown	
10	10-feb-23	Predio sur	Suelo tomado dentro del predio del ITESO, sin cercanía a barreras de suelo, Rocas pequeñas, vegetación, poca humedad.	655205	2276420	10.00	247	5.64	Moderadamente ácido	10YR 3/2	Very dark grayish brown	

**Figura 9. Base de datos del suelo actualizada**

### Discusión de resultados

Considerando la información presentada, se puede observar que las actividades alrededor de la restauración ecológica del ANP Bosque La Primavera han dado como resultado avances positivos en cuanto a la preservación del predio afectado por los incendios forestales.

Una de las acciones que se evalúan es la implementación de barreras de suelo por parte del voluntariado Bosque Escuela ITESO. Se puede confirmar que las barreras, además de retener el suelo y evitar la erosión, proporcionan un ambiente adecuado para que los microorganismos que habitan en él se desarrollen, posiblemente debido a la humedad que se retiene. Se recomienda repetir el procedimiento en otros sitios, con y sin barreras. Los esfuerzos por conservar el bosque y proporcionarle herramientas para su pronta restauración se evidencian en los resultados de porcentaje de materia orgánica, que a pesar de no ser cercanos a aquellos observados en las muestras de suelo del predio Planillas, son diferentes entre aquellas tomadas de donde no hay barreras de suelo a aquellas en donde sí las hay.

Como parte de las perspectivas para futuras implementaciones dentro del PAP, se propone el análisis específico de algunos nutrientes o minerales en el suelo para analizar su estado, como lo son el nitrógeno, fósforo o carbono. Además, tomando en cuenta la investigación de semestres pasados dentro del PAP, el uso del capulín (*Prunus Serotina*) podría ser una

opción viable para la restauración ecológica ya que tiene una tolerancia a sequía y a los suelos pobres (Guzmán, 2020). Como se mencionó anteriormente el suelo es arenoso y no retiene ni agua ni nutrientes, por lo que este árbol sería una excelente opción ya que crecería dentro de esas condiciones (Moncayo, 2017). A su vez gracias a que es una planta de crecimiento rápido, alta producción de semillas y capacidad para dispersar semillas a través de aves y animales es una excelente opción para seguir obteniendo interacciones dentro del bosque (*Prunus serótina*, 2023).

## Conclusiones

Al considerar los objetivos particulares establecidos en el presente reporte, se puede llegar a la conclusión de que se cumplieron gracias al trabajo realizado a lo largo del semestre. Se realizó la resiembra y mantenimiento de 7 especies de orquídeas con el objetivo de obtener más ejemplares en condiciones que favorecieran el crecimiento de sus raíces y hojas para su futura adaptación *ex vitro*. También se realizó una caracterización de suelo, obteniendo así el pH, la clasificación de color de Munsell, la composición del suelo y el porcentaje de materia orgánica de distintos puntos en los predios Planillas y sur. Es necesario que, para trabajo futuro dentro del PAP, se trabaje en la estandarización de protocolos para la obtención de más datos y características sobre el suelo del bosque y se amplíe aún más la cantidad de ejemplares de orquídeas para lograr su adaptación e introducción al ANP Bosque La Primavera.

## Referencias

- Alcantara, J., Acero, J., Alcántara, J. & Sánchez, R. Principales reguladores hormonales y sus interacciones en el crecimiento vegetal. NOVA. 2019; 17 (32): 109-129.
- Baéz, C. (2015). Cultivo de tejidos vegetales, estrategia para la conservación de especies. Agencia Informativa Conacyt. Recuperado de: <http://www.cienciamx.com/index.php/ciencia/ambiente/2355-estrategia-para-la-conservacion-de-especies-en-peligro>
- Carrasco-Hernández, V., Pérez-Moreno, J., Espinosa-Hernández, V., Almaraz-Suárez, J. J., Quintero-Lizaola, R., & Torres-Aquino, M. (2010). Caracterización de micorrizas establecidas entre dos hongos comestibles silvestres y pinos nativos de

- México. Revista mexicana de ciencias agrícolas, 1(4), 567-577.
- CONAFOR. (2007). Caracterización de hongos ectomicorrícicos en un bosque de *Pinus jeffreyi* y su uso potencial como inóculo. Zapopan, Jalisco, Mexico.
- De La Peña, M. (2007). Restauración Ecológica de un Bosque de Pino-Encino en Jalisco, México: Sobrevivencia y Crecimiento de Plántulas. Zapopan.
- Duponnois, Robin & Sanguin, Hervé & Bâ, Amadou & Galiana, Antoine & Ducouso, Marc & E, Baudoin & M, Lebrun & Prin, Yves.. (2014). The controlled ectomycorrhization practices in tropical areas: fungal inoculum biotechnology, field results and research perspectives. (págs. 215-240).
- El suelo, diferencias según su aspecto físico y químico. (s.f). Obtenido de: <https://www.fao.org/3/ah645s/AH645S04.htm#:~:text=La%20arcilla%20son%20part%20C3%ADculas%20muy,trabajar%20cuando%20est%20C3%A1n%20muy%20secos.>
- FAO (2015). Los bosques y suelos forestales contribuyen de manera esencial a la producción agrícola y la seguridad alimentaria mundial. <https://www.fao.org/soils-2015/news/news-detail/es/c/285875/>
- Fischer, A. (2007). Cultivo de orquídeas. 1° Edición. Imaginador: Argentina
- Gallegos, A., González, G., Cabrera, R., Marcelli, C., & Hernández, E. (2014). Efecto de la Recurrencia de Incendios Forestales en la Diversidad Arbórea. 5(24).
- Garnica, J. G. F., Chávez, O. G. R., & Ortega, A. T. Efecto del fuego en las condiciones edáficas del Bosque La Primavera.
- González, O., Iglesias, C., Herrera, M. (2019). Análisis de los factores que provocan compactación del suelo agrícola.
- Guzmán, F., Segura, S., Almaguer, G. (2020). El capulín (*Prunus serótina*): árbol multipropósito con potencial forestal en México. Obtenido de: [https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1405-04712020000100400](https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-04712020000100400)
- Ignacio-Ruiz Norberto, R.-V. M.-C. (2014). Estructura del bosque y propagación de dos

especies de encinos con micorrizas en el Estado de Mexico. Revista Iberoamericana de Ciencias, ISSN 2334-2501

Marta González, I. Q. (2014). DETERMINACIÓN DE MEDIOS DE CULTIVO Y PH PARA LA MASIFICACIÓN *in vitro* DE CEPAS DE *Suillus luteus* Aubl. ASOCIADAS A *Pinus radiata* D. Don Y *Scleroderma citrinum* Pers. ASOCIADAS A *Eucalyptus globulus* Labill. DE LA REGIÓN DEL BIOBÍO, CHILE. *içosa-MG*, v.39, n.1, p.105-113, 2015.

McVaugh. (1951). *Prunus serotina*. Obtenido de: [http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info\\_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf](http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/60-rosac6m.pdf)

Minervini, M. G., Morrás, H. J., & Taboada, M. A. (2018). Efectos del fuego en la matriz del suelo: consecuencias sobre las propiedades físicas y mineralógicas. *Ecología austral*, 28(1), 12-27.

Moncayo, O. (2017). Análisis de la diversidad genética del capulí (*Prunus serótina*), en la región andina del Ecuador, utilizando marcadores moleculares AFLP. Obtenido de: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/6555/1/131163.pdf>

Pérez, I. (2019). Los incendios forestales que afectan a México. *Ciencia UNAM-DGDC*.

Pérez-Moreno, Jesús, & Read, David J.. (2004). Los hongos ectomicorrízicos, lazos vivientes que conectan y nutren a los árboles en la naturaleza. *Interciencia*, 29(5), 239-247. Recuperado en 01 de diciembre de 2021, de [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442004000500004&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000500004&lng=es&tlng=es).

*Prunus Serotina*. (2023). Obtenido de: <https://antropocene.it/es/2023/03/03/prunus-serotina-3/>

Reyna, O. (2004). *Guía Ilustrada de los Árboles y Arbustos del Bosque La Primavera*. México: CONABIO.

Reyna, O., Soltero, R., Morán, C., & Rosas, V. (2006). *Orquídeas Silvestres del Bosque de La Primavera*. Guadalajara: Universidad de Guadalajara.

Santiago-Martínez, G., Estrada-Torres, A., Varela, L., & Herrera, T. (2003). Crecimiento en siete medios nutritivos y síntesis in vitro de una cepa de *Laccaria bicolor*. *Agrociencia*, 37(6), 575-584.

Torres, Alejandro (2023) Compilación de prácticas para la asignatura de Biorremediación para el programa académico de Ingeniería en Biotecnología y Ambiental en el Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Occidente. [MANUAL DE PRACTICAS BIORREMEDIACION 2023.pdf](#)

Seckinger, G. R., McCown, B. H., & Struckmeyer, B. E. (1979). Production of Anomalous Structures in *Quercus Rubra* L. Callus Cultures. *American Journal of Botany*, 66(8), 993–996. <https://doi.org/10.1002/j.1537-2197.1979.tb06313.x>

Secretaría de Agricultura y Desarrollo Rural (2023). ¿Cómo mejorar el contenido de materia orgánica del suelo? <https://www.gob.mx/agricultura/articulos/como-mejorar-el-contenido-de-materia-organica-del-suelo>

SEMARNAT. (2015). Resumen Ejecutivo. Informe de la Situación del Medio Ambiente en México. Compendio de Estadísticas Ambientales. Indicadores Clave de Desempeño Ambiental y de Crecimiento Verde. México: SEMARNAT.

Stemm. (s.f). Densidad de materiales. Obtenido de: <https://www.stemm.com/index.php/es/densidades-de-materiales>

Vaca, I. (2018). *Efecto del carbón activado en la germinación y brotación in vitro de Citrus limon (L.) y su dinámica de crecimiento*. Obtenido de <http://revistabionatura.com/files/2018.03.03.5.pdf>

Villanueva, J., Rubio, E., Chávez, Á., Zavala, J., Cerano, J. & Martínez, A. (2018). Respuesta climática de *Pinus oocarpa* Schiede Ex Schetol en el Bosque La Primavera, Jalisco. *Madera y bosques*, 24(1), e2411464. Epub 08 de marzo de 2018. <https://doi.org/10.21829/myb.2018.2411464>



# Anexos

PAP Bosque Escuela	Especie: _____ #
	Medio: _____
	Condiciones: _____
	Responsable: _____ Fecha: _____

## Mantenimiento:

Son las etiquetas de color verde. Son utilizadas al momento de realizar resiembras. Es importante numerar los frascos, para llevar cuenta de cuántos frascos fueron obtenidos de la planta madre. En caso de utilizar uno de estos frascos para una nueva resiembra, se recomienda anotarlo en "condiciones".

PAP Bosque Escuela	Especie: _____ #
	Medio: _____
	Condiciones: _____
	Responsable: _____ Fecha: _____

## Planta madre:

Son las etiquetas de color rojo. Son utilizadas para las plantas madre, o las plantas originales de las cuales se realizan todas las resiembras, ya que de un solo frasco se pueden obtener hasta 10 plántulas que serán resembradas en nuevos frascos. Esta etiqueta es importante para llevar el linaje.

PAP Bosque Escuela	Especie: _____ #
	Medio: _____
	Condiciones: _____
	Responsable: _____ Fecha: _____

## Última etapa:

Son las etiquetas de color amarillo. Las plántulas que son reproducidas *in vitro* tienen el objetivo final de ser adaptadas a condiciones *ex vitro*. Uno de los retos más grandes en la adaptación *ex vitro* es el correcto desarrollo radicular, principalmente en orquídeas, por lo que se puede llevar una etapa final adicionada con fitohormonas, para favorecer su supervivencia.

PAP Bosque Escuela	Especie: _____ #
	Medio: _____
	Condiciones: _____
	Responsable: _____ Fecha: _____

## Nuevo experimento

Son las etiquetas de color azul. Son utilizadas para nuevos experimentos que se lleven a cabo en el proyecto, por ejemplo, experimentación con plantas leñosas, otras herbáceas, etc. De igual manera, se utiliza esta etiqueta para la germinación de cápsulas de orquídea.

## Anexo 1. Etiquetado frascos

PAP Bosque Escuela

Especie: Laelia albida # A18

Medio: Phytamax

Condiciones: AIA 1.5mg/L

Responsable: Hilda Hernández Fecha: 20/02/2021

Especie:

Anotar la especie correspondiente, de preferencia sin abreviaturas.

PAP Bosque Escuela

Especie: Laelia albida # A18

Medio: Phytamax

Condiciones: AIA 1.5mg/L

Responsable: Hilda Hernández Fecha: 20/02/2021



Número de Identificación:

Para los frascos de resiembra, el etiquetado está compuesto de una letra y un número. La letra indica de qué frasco madre proviene. Para los frascos madre **sólo se utiliza una letra en el etiquetado**, sin números. Para los frascos de experimentos nuevos se puede utilizar el numerado que deseen.

PAP Bosque Escuela

Especie: Laelia albida # A18

Medio: Phytamax

Condiciones: AIA 1.5mg/L

Responsable: Hilda Hernández Fecha: 20/02/2021

Medio y Condiciones:

Escribir medio de cultivo utilizado. En condiciones se puede escribir aspectos particulares del cultivo. Por ejemplo, el uso de carbón activado, concentración de fitohormonas, pH, etc.



Anexo 2. Etiquetado frascos

PAP Bosque Escuela

Especie: *Laelia albida* # A18

Medio: *Phytamax*

Condiciones: *AIA 1.5mg/L*

Responsable: *Hilda Hernández* Fecha: *20/02/2021*

**Responsable y Fecha:**

Estos datos son requeridos en el Laboratorio de Biotecnología, debido a que, si no contienen estos datos, los frascos corren el riesgo de ser desechados.

De igual manera, la fecha permite monitorear y predecir cuándo necesitará mantenimiento.

Anexo 3. Etiquetado frascos