

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA



Propuesta de una Estrategia Para el Rescate, Conservación y Aprovechamiento  
Sustentable de Orquídeas Nativas de México

Por:

**NISI MARIEL CAVANZO GONZÁLEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA ANTONIO NARRO  
DIVISIÓN DE AGRONOMÍA  
DEPARTAMENTO DE BOTÁNICA

Propuesta de una Estrategia Para el Rescate, Conservación y Aprovechamiento  
Sustentable de Orquídeas Nativas de México

Por:

**NISI MARIEL CAVANZO GONZÁLEZ**

TESIS

Presentada como requisito parcial para obtener el título de:

**INGENIERO EN AGROBIOLOGÍA**

Aprobada por el Comité de Asesoría



Dra. Aida Isabel Leal Robles  
Asesor Principal



Dra. Michelle Ivonne Ramos Robles  
Coasesor



Dr. Juan Antonio Encina Domínguez  
Coasesor



Dr. Alberto Sandoval Rangel  
Coordinador de la División de Agronomía

Saltillo, Coahuila, México

Junio, 2025

### DECLARACIÓN DE NO PLAGIO

El autor quien es el responsable directo, jura bajo protesta de decir verdad que no se incurrió en plagio o conducta académica incorrecta en los siguientes aspectos:

Reproducción de fragmentos o textos sin citar la fuente o autor original (corta y pega); reproducir un texto propio publicado anteriormente sin hacer referencia al documento original (auto plagio); comprar, robar o pedir prestados los datos o la tesis para presentarla como propia; omitir referencias bibliográficas o citar textualmente sin usar comillas; utilizar ideas o razonamientos de un autor sin citarlo; utilizar material digital como imágenes, videos, ilustraciones, graficas, mapas o datos sin citar al autor original y/o fuente, así mismo tengo conocimiento de que cualquier uso distinto de estos materiales como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por las autoridades correspondientes.

Por lo anterior nos responsabilizamos de las consecuencias de cualquier tipo de plagio en caso de existir y declaramos que este trabajo es original.

Autor principal



Nisi Mariel Cavanzo González

Asesor principal



Dra. Aida Isabel Leal Robles

## **DEDICATORIA**

Esta dedicatoria va dirigida principalmente a mis padres, Claudio Cavanzo Temoxtle y Araceli González Martínez, quienes agradezco por darme la oportunidad de concluir mis estudios y por el gran esfuerzo que hicieron durante mi educación, por sacarme adelante día con día. Por su apoyo constante, sus palabras de aliento y su amor que ha sido mi mayor fortaleza. Gracias por enseñarme a nunca rendirme. Esta tesis es fruto de todo lo que me han dado.

Aunque ya no estás conmigo, tu voz, tus abrazos y tus enseñanzas siguen iluminando mi vida. Esta dedicatoria es para ti, abuelita, con todo mi amor eterno.

A todas las personas que siempre me estuvieron alentando y apoyando en todos los momentos difíciles que me tocó vivir en el transcurso de este tiempo.

## AGRADECIMIENTOS

A mis padres, **Claudio Cavanzo Temoxtle, Araceli González Martínez** con todo mi amor y gratitud.

Gracias por ser mi base, mi refugio en cada etapa de este camino. Su apoyo ha sido incondicional y su fe en mí ha sido fundamental para culminar este logro. Cada sacrificio que hicieron, cada consejo han marcado profundamente mi vida y han sido esenciales para lograr este objetivo.

Al **M.C. Paul René Fernández Ojeda**, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por todo el apoyo brindado durante mi etapa universitaria. Su conocimiento, paciencia han sido esencial para mi crecimiento académico y personal. Gracias por estar siempre disponible para resolver mis inquietudes. Su influencia ha dejado una huella profunda en mi formación profesional, y por ello, me siento profundamente agradecida.

A mi alma mater, la **Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro**, gracias por ser el espacio donde crecí, me equivoqué, aprendí y soñé. Por abrirme las puertas a nuevas oportunidades, por el compromiso de sus docentes y por el ambiente que hizo posible que la universidad se convirtiera en mi segunda casa.

A mis **hermanos**, que estuvieron en las buenas y en las malas.

A mis **abuelos**, gracias por su amor, apoyo y por siempre estar a mi lado.

A mí querida **Dra. Aida Isabel Leal Robles**, quiero agradecerle el apoyo brindado, sus valiosos consejos y su constante motivación. Su orientación, paciencia y generosidad para compartir sus conocimientos fueron fundamentales no solo para culminar este proyecto, sino también para mi formación académica y profesional.

A mis amigas, **María José Paulina Cedillo Castillo, Naivi Quiterio Radilla, Martha Soledad Rueda Altunar** y a la **Ing. Karen Santiago Hernández**, gracias por su apoyo constante, por estar en los momentos de alegría y en los de dificultad. Su amistad ha sido una fuente de motivación y fuerza para seguir adelante.

A la **M.C. Blanca Elizabeth Zamora Martínez**, agradezco profundamente su dedicación, orientación académica y constante disposición para guiarme en cada etapa.

A la familia **Fernández Ojeda**, quiero expresar mi más sincero agradecimiento por abrirme las puertas de su hogar y brindarme su apoyo incondicional sin haberme conocido previamente. Su generosidad, comprensión y calidez humana fueron fundamentales durante este proceso.

## ÍNDICE GENERAL

|                                                                   |    |
|-------------------------------------------------------------------|----|
| RESUMEN .....                                                     | 1  |
| ABSTRACT .....                                                    | 2  |
| 1. INTRODUCCIÓN.....                                              | 3  |
| 2. JUSTIFICACIÓN .....                                            | 5  |
| 3. OBJETIVO.....                                                  | 6  |
| 3.1. OBJETIVO GENERAL.....                                        | 6  |
| 3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....                                  | 6  |
| 4. HIPÓTESIS .....                                                | 7  |
| 5. REVISIÓN DE LITERATURA .....                                   | 8  |
| 5.1. Familia Orchidaceae.....                                     | 8  |
| 5.2. Generalidades botánicas de las orquídeas.....                | 9  |
| 5.2.1. Flores.....                                                | 10 |
| 5.2.2. Frutos .....                                               | 10 |
| 5.2.3. Semillas.....                                              | 10 |
| 5.2.4. Hojas .....                                                | 11 |
| 5.2.5. Tallos .....                                               | 11 |
| 5.2.6. Raíces .....                                               | 11 |
| 5.3. Hábitat.....                                                 | 12 |
| 5.4. Importancia etnoecológica.....                               | 12 |
| 5.5. Importancia económica de las orquídeas .....                 | 13 |
| 5.6. Estrategia de conservación <i>ex situ</i> de orquídeas ..... | 13 |
| 5.6.1. El cultivo de las orquídeas.....                           | 14 |
| 5.6.2. Micropropagación de orquídeas <i>in vitro</i> .....        | 15 |
| 6. MATERIALES Y MÉTODOS.....                                      | 17 |
| 6.1. Ubicación geográfica del área experimental.....              | 17 |
| 6.2. Material biológico.....                                      | 17 |
| 6.3. Propagación de orquídeas.....                                | 18 |
| 6.3.1. Vía sexual.....                                            | 18 |
| 6.3.2. Elaboración de medios de cultivo .....                     | 19 |
| 6.4. Vía asexual (propagación vegetativa) .....                   | 21 |

|                                                    |    |
|----------------------------------------------------|----|
| 6.4.1. Evaluación de germinación/propagación ..... | 21 |
| 6.5. Vía sexual.....                               | 21 |
| 6.5.1. Vía asexual (propagación vegetativa).....   | 21 |
| 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....                     | 22 |
| 7.1 Propagación de orquídeas.....                  | 28 |
| 7.1.1. Reproducción vegetativa .....               | 29 |
| 7.1.2. Reproducción sexual .....                   | 31 |
| 8. CONCLUSIONES .....                              | 35 |
| 9. LITERATURA CITADA.....                          | 36 |
| 10. ANEXOS.....                                    | 43 |

## ÍNDICE DE FIGURAS

|                                                                                                           |    |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1.</b> Descripción botánica de la orquídea. (Murguía, 2014).....                                | 9  |
| <b>Figura 2.</b> Invernadero para el resguardo de las orquídeas.....                                      | 17 |
| <b>Figura 3.</b> Laboratorio de cultivo de tejidos.....                                                   | 17 |
| <b>Figura 4.</b> Especies de orquídeas utilizadas en la multiplicación de ejemplares.....                 | 18 |
| <b>Figura 5.</b> Materiales utilizados para los medios de cultivo.....                                    | 20 |
| <b>Figura 6.</b> Pesaje de insumos para preparación de medios de cultivo <i>in vitro</i> .....            | 20 |
| <b>Figura 7.</b> Porcentaje de las respuestas de aclimatación de las orquídeas rescatadas.....            | 30 |
| <b>Figura 8.</b> Inicio del desarrollo embrionario <i>in vitro</i> .....                                  | 33 |
| <b>Figura 9.</b> Cultivos sin desarrollo visible y libre de contaminación.....                            | 33 |
| <b>Figura 10.</b> Cultivos <i>in vitro</i> contaminados sin respuesta germinativa.....                    | 33 |
| <b>Figura 11.</b> Frascos con plántulas de <i>Epidendrum radicans</i> , desarrolladas <i>in vitro</i> ... | 34 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|                                                                                                                                                                                |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Cuadro 1.</b> Inventario de orquídeas rescatadas en el estado de Puebla.....                                                                                                | 22 |
| <b>Cuadro 2.</b> Inventario de orquídeas rescatadas en el estado de Michoacán y Chiapas.....                                                                                   | 24 |
| <b>Cuadro 3.</b> Registro de respuestas morfológicas en la aclimatación de las orquídeas rescatadas. s/d: sin división de planta madre, s/v: sin formación de vara floral..... | 30 |
| <b>Cuadro 4.</b> Registro de los resultados de la germinación <i>in vitro</i> de semillas de orquídeas.....                                                                    | 32 |

## RESUMEN

Las orquídeas son un grupo botánico reconocido por su gran diversidad, valor ecológico, cultural y económico. Sin embargo, esta riqueza natural se encuentra amenazada por la pérdida de hábitat, la deforestación, el cambio de uso de suelo, el comercio ilegal y la falta de conocimiento sobre la gran importancia de estas especies. En algunos estados de México, se ha identificado ciertas prácticas culturales que ponen en riesgo la orquideoflora, por lo que los pobladores han rescatado plantas y entregado a jardines botánicos o personal especializado para evitar la pérdida de especies. Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo es diseñar una estrategia de rescate y conservación para la conservación *ex situ* de las especies de los géneros *Oncidium*, *Epidendrum*, *Laelia albida*, *Laelia gouldiana*, *Encyclia*, *Sobralia*, *Stanhopea*. Los ejemplares de orquídeas provenían de las comunidades de Eloxochitlán, Puebla, San José de Gracia, Michoacán y las Margaritas, Chiapas. Se realizó un inventario descriptivo de las características florales, hábitos de crecimiento, cuidados y categoría de riesgo y después se ubicaron en un área para su aclimatación y reproducción sexual y asexual. De acuerdo a los registros obtenidos durante ocho meses, se reconoció la capacidad de adaptación de las especies estudiadas, a las condiciones abióticas en que se establecieron, considerando su sobrevivencia al generar nuevas estructuras vegetativas (pseudobulbos), por otra parte, el éxito en la germinación asimbiótica *in vitro*, solo se registró en las semillas de *Epidendrum radicans*, obteniendo a partir de una capsula, aproximadamente ochenta plántulas. Se concluye que las condiciones climáticas son necesarias para la sobrevivencia y adaptación de las orquídeas fuera de su hábitat natural, además el medio nutritivo bajo condiciones abióticas controladas, que aporta el medio de cultivo *in vitro*, son determinantes para la germinación de las semillas.

Palabras clave: Orquídeas, conservación *ex situ*, pseudobulbos, germinación asimbiótica.

## ABSTRACT

Orchids are a botanical group recognized for their great diversity and ecological, cultural, and economic value. However, this natural wealth is threatened by habitat loss, deforestation, land-use change, illegal trade, and a lack of awareness about the significant importance of these species. In some Mexican states, certain cultural practices have been identified that put orchid flora at risk, leading residents to rescue plants and hand them over to botanical gardens or specialized personnel to prevent the loss of species. Therefore, the objective of this work is to design a rescue and conservation strategy for the *ex situ* conservation of species of the genera *Oncidium*, *Epidendrum*, *Laelia albida*, *Laelia gouldiana*, *Encyclia*, *Sobralia*, and *Stanhopea*. The orchid specimens came from the communities of Eloxochitlán, Puebla; San José de Gracia, Michoacán; and Las Margaritas, Chiapas. A descriptive inventory of floral characteristics, growth habits, care, and risk categories was made, and then they were located in an area for acclimatization and sexual and asexual reproduction. According to the records obtained over eight months, the adaptability of the studied species to the abiotic conditions in which they were established was recognized, considering their survival by generating new vegetative structures (pseudobulbs). On the other hand, success in asymbiotic germination *in vitro* was only recorded in *Epidendrum radicans* seeds, obtaining approximately eighty seedlings from one capsule. It is concluded that climatic conditions are necessary for the survival and adaptation of orchids outside their natural habitat, in addition to the nutrient medium under controlled abiotic conditions, provided by the *in vitro* culture medium, being decisive for seed germination.

Key words: Orchids, *ex situ* conservation, pseudobulbs, asymbiotic germination.

## 1. INTRODUCCIÓN

La riqueza florística de México por especies de las familias de Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Rubiaceae, Orchidaceae (Villaseñor, 2014). En este último grupo, la mayoría de sus representantes son plantas epífitas y mantienen estrechas relaciones con otros seres vivos como hongos para crear asociaciones de tipo micorrizas o bien, con aves, insectos y mamíferos polinizadores (PROFEPA, 2022). Sin embargo, presentan grandes amenazas debido a la deforestación, la colecta ilegal por coleccionistas y vendedores furtivos, así como la pérdida de su hábitat natural a consecuencia del cambio climático (Meléndez *et al.*, 2020).

A nivel nacional, Salazar (2021) menciona que, los estados con un mayor número de especies de la familia Orchidaceae son: Chiapas, Guerrero, Jalisco, Michoacán, Oaxaca, Tabasco y Veracruz, pero como previamente se mencionó también en esos estados, la pérdida de ejemplares es una situación preocupante, que en algunos casos, ha llevado a la amenaza y/o extinción de las orquídeas (Ceballos, 2023).

Ante tales escenarios, existen varias iniciativas para considerar estrategias que se enfoquen en la conservación de las orquídeas (Ávila *et al.*, 2012) entre las que destacan el establecimiento de unidades de manejo ambiental (UMA), micropropagación de orquídeas en proyectos registrados y avalados por instituciones educativas o de investigación como el Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos (SINAREFI), las colecciones *in situ* o *ex situ*, así como la capacitación a los pobladores de las regiones en las que se utilizan las orquídeas como un recurso forestal no maderable (Menchaca *et al.*, 2012).

La legislación de orden ambiental, las acciones de los diferentes órganos de gobierno, así como organizaciones no gubernamentales, la población en general e instituciones educativas, deben sumar esfuerzos para la protección de las orquídeas, recurso forestal no maderable que ofrece servicios ecosistémicos clave dentro de los ambientes en que se establecen (Menchaca y Moreno, 2011).

Por lo anterior, el objetivo del presente trabajo se enfocó en desarrollar una propuesta de tres estrategias, centradas en el cultivo, conservación *ex situ* y educación ambiental, dirigidas a siete especies de orquídeas nativas de México, principalmente del estado de Puebla, incluyendo un inventario que contiene información descriptiva de las especies en estudio, así como aspectos de su cultivo, guía informativa que servirá para dar a conocer a la población en general sobre la importancia que tiene este grupo botánico.

Para el desarrollo del trabajo, se consideró en la sección de materiales y métodos, la descripción del material biológico al que se tuvo acceso para posteriormente, establecer las dos formas de reproducción, sexual y asexual, así como las condiciones para la aclimatación *ex situ* de las orquídeas. También en este apartado, se hace referencia a los insumos, medios de cultivo, técnicas y espacios requeridos para el desarrollo de la presente investigación

En la sección de resultados y discusión, se presenta de manera puntual cómo se adaptaron las orquídeas a las condiciones *ex situ*, así como las respuestas de las semillas cultivadas *in vitro*; se discutió sobre las principales condiciones que permitieron la adaptación favorable de las plantas, así como de las que dieron lugar a la germinación y cuáles fueron los factores que pudieron limitar ciertas respuestas esperadas.

Por último, a manera de conclusión, se podrá corroborar la confirmación de la hipótesis planteada, considerando que es posible la adaptación de las orquídeas a condiciones *ex situ*, siempre y cuando se procuren los factores de humedad e iluminación constante pero no directa, respecto a la reproducción de las orquídeas se resaltan las condiciones fisiológicas de la planta madre, así como de la madurez de las semillas. La generación de información accesible y con datos relevantes, para dar a conocer la importancia de las especies en su ecosistema, sin duda se considera una estrategia de educación ambiental necesaria y obligada para ser dada a conocer a los pobladores de las comunidades en las que se encuentran las especies del presente trabajo.

## 2. JUSTIFICACIÓN

Las orquídeas son un grupo vegetal vulnerable, distribuido en México, principalmente en los ecosistemas bosque mesófilo de montaña y bosque templado. Las amenazas para este grupo, principalmente se deben a las alteraciones en los factores bióticos y abióticos que determinan su presencia natural, así como la presión de las actividades antropogénicas (Alvarez *et al.*, 2023). Los pobladores de las localidades rurales del estado de Puebla, Michoacán y Chiapas, conocen la importancia de sus recursos vegetales, apropiándolos como parte de su modo de vida y en algunos casos, se ven incorporados como materiales para sus ofrendas y rituales. Sin embargo, existe un gran desconocimiento de la importancia biológica de las orquídeas en el ecosistema o bien, se ven obligados a obtener recursos económicos al extraer los ejemplares, desconociendo el daño ecológico que ocasionan, ya que en algunos casos los individuos colectados terminan por morir, perdiendo no solo ejemplares, sino germoplasma valioso ejemplo de ellos son las especies *Laelia albida*, *Laelia gouldiana*, *Sobralia macrantha*, *Stanhopea oculata*, *Laelia autumnalis*, *Encyclia* sp, *Oncidium* sp, entre otras.

Por lo anterior, una de las tareas para atender la problemática previamente descrita, es la conservación *ex situ*, considerada como el conjunto de acciones ejercidas sobre un recurso natural para su cuidado y si fuera el caso, su aprovechamiento sustentable. En este sentido la reproducción de las orquídeas, su resguardo en áreas específicas para su cuidado (jardines o viveros) y la difusión de información hacia los pobladores de las comunidades en que se encuentran, aportará información para enriquecer el conocimiento de las especies en estudio, contribuyendo al cuidado de este grupo botánico.

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1. OBJETIVO GENERAL**

Diseñar una estrategia para el rescate, conservación y aprovechamiento sustentable de las orquídeas aplicando la conservación *ex situ* de especies de orquídeas nativas de los géneros *Oncidium*, *Epidendrum*, *Laelia*, *Encyclia*, *Sobralia*, *Stanhopea* y *Bletia*, aclimatándolas para su propagación y dando a conocer la importancia biológica del grupo.

#### **3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Elaborar un inventario que describa la información botánica de cada especie y se utilice como material educativo para la conservación *ex situ* de las orquídeas.
2. Determinar los factores bióticos y abióticos que requieren las orquídeas en estudio para su establecimiento (aclimatación) en un área de conservación *ex situ*.
3. Generar un espacio adecuado para el establecimiento de orquídeas colectadas, listando los materiales necesarios para el área de conservación y su resguardo permanente.
4. Reproducir vía sexual (semillas) y asexual (separación de pseudobulbos) los ejemplares rescatados para incrementar el número de individuos.

#### **4. HIPÓTESIS**

La germinación asimbiótica *in vitro* de semillas (reproducción sexual) y la propagación vegetativa (reproducción asexual) de siete especies de orquídeas silvestres, incrementará el número de individuos viables para su establecimiento en un área destinada al rescate de orquídeas, como estrategia para su conservación *ex situ*.

## 5. REVISIÓN DE LITERATURA

### 5.1. Familia Orchidaceae

La familia Orchidaceae proviene del griego orkhis, que hace referencia a la similitud de los pseudobulbos con los testículos (Silva, 2020). Las orquídeas, son un grupo de plantas que pertenecen a la familia Orchidaceae, dentro de la clase Monocotyledoneae; se caracterizan por presentar una flor modificada, asociada a sus polinizadores (Viccon *et al.*, 2021). La mayoría son epifitas, por lo cual son fáciles de adaptarse a los sustratos disponibles en el ecosistema, de igual forma este grupo presenta órganos como la raíz, tallo, hojas, flores y frutos que los hacen diferentes a otros grupos de plantas (Gittis, 2021).

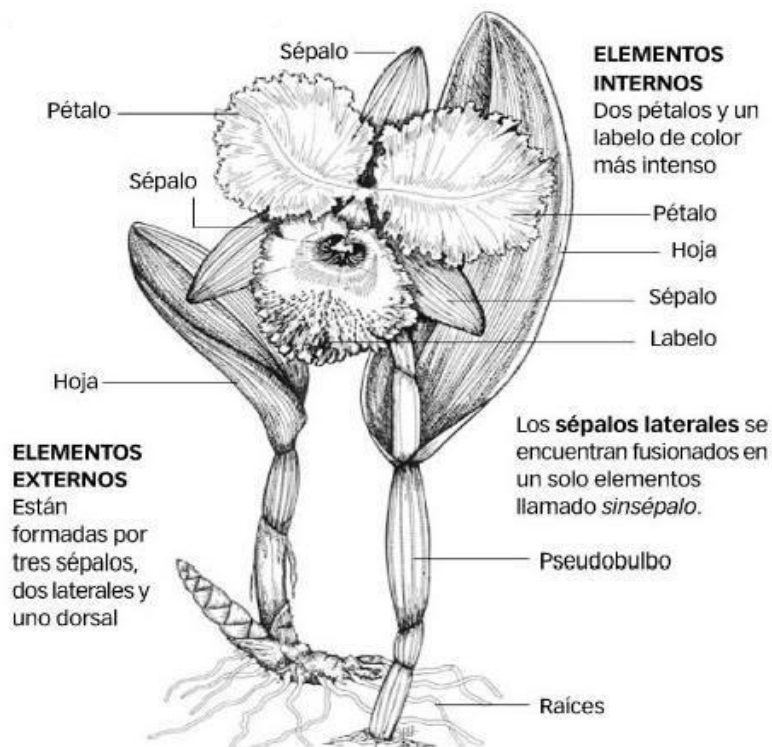
En cuanto a su diversidad, a nivel mundial se han registrado 25,000 y 30,000 especies y cada año se describen aproximadamente 500 especies (Viccon *et al.*, 2021). En México se encuentran registradas 1,260 especies incluidas en 170 géneros, esta familia botánica ocupa el tercer lugar a nivel nacional, por tal motivo superan en diversidad a las familias de Asteraceae y Fabaceae (Tejeda *et al.*, 2017). Un aspecto relevante para esta familia botánica, es que representa uno de los grupos de plantas más vulnerables a los desafíos ambientales, ya que para su reproducción y sobrevivencia requieren de una asociación con otros seres vivos así como características ambientales específicas (Tejeda *et al.*, 2017).

Las orquídeas requieren de ciertos factores abióticos para crecer adecuadamente, entre ellos la luz. La mayoría de las especies de este grupo necesitan iluminación intensa, pero de manera indirecta, para poder producir sus flores. Durante el periodo de floración, no se recomienda exponerlas directamente a los rayos del sol, ya que esto podría perjudicar o comprometer la salud de la planta (Areche y Mallma, 2014).

La temperatura ideal para el desarrollo óptimo de las orquídeas se sitúa en torno a los 27°C, con una tolerancia aproximada de  $\pm 1$  °C, lo cual indica que estas plantas pueden crecer de forma saludable. Esta temperatura favorece los procesos fisiológicos fundamentales como la fotosíntesis, la respiración celular y el desarrollo floral, condiciones necesarias para un crecimiento vigoroso y una floración adecuada (Areche y Mallma, 2014). Para conservar las orquídeas se sugiere un nivel de humedad relativa superior al 50% y no exceder el 75% (Frausto, 2017).

## 5.2. Generalidades botánicas de las orquídeas

Las orquídeas presentan la estructura típica de una planta, con raíces, tallo, hojas, flor y fruto, sin embargo, tienen algunas particularidades que a continuación se describen.



**Figura 1.** Descripción botánica de la orquídea. (Murguía, 2014)

### **5.2.1. Flores**

Las orquídeas son plantas que se caracterizan por poseer flores con una amplia variedad de colores, aromas y formas. Se caracterizan por su forma trómera, con tres sépalos y tres pétalos, mantienen una tonalidad similar en sus colores, un periodo de floración anual. Las flores presentan una orientación de 180° conocida como resupinación y simetría bilateral, uno de los tres pétalos presenta una alteración lo que se conoce como labelo (Castellano y Torres, 2018).

Según Téllez (2011), las flores de las orquídeas muestran una estructura central conocida como columna que tiene fusionados los estambres y el pistilo, estas estructuras están totalmente unidas y la mayoría de las orquídeas solo poseen un estambre fértil. En la columna se encuentra el rostelo, manteniéndolo separado del estigma de las anteras para prevenir la autopolinización (Castellano y Torres, 2018).

### **5.2.2. Frutos**

El fruto es la estructura que se desarrolla en la base de la flor. Posteriormente de la polinización y la fecundación de los óvulos, el ovario comienza a aumentar tanto en grosor como en longitud, transformándose en el fruto, también denominado cápsula, al alcanzar la madurez (pasando del color verde al amarillo), se abre a lo largo de sus costillas, permitiendo la liberación de las semillas (Schiff, 2018). La forma del fruto varía ampliamente dependiendo de la especie. El tiempo de maduración también es variable y oscila entre 4 y 12 meses según la especie (Viccon, 2021).

### **5.2.3. Semillas**

Las semillas de orquídeas son de tamaño reducido y no poseen endospermo, lo que significa que necesitan de reservas de nutrientes, por lo que se consideran estériles (Cando y Cárdenas, 2017). Para que las semillas se desarrollen es necesario tener humedad, aire, temperatura y condiciones favorables. Es posible que germinen en medios de cultivo (Cando y Cárdenas, 2017). En determinadas situaciones, otros

factores como la existencia de hongos simbióticos son indispensables para la germinación (Mujica, 2019).

#### **5.2.4. Hojas**

Las hojas de las orquídeas son simples, no presentan divisiones, ya que los márgenes son enteros, sin aserraduras ni espinas, por lo general son alargadas y angostas. Algunas de las especies que se encuentran en lugares calurosos sus hojas son de forma cilíndrica, lo cual impide que se deshidraten (Sedano *et al.*, 2015).

#### **5.2.5. Tallos**

Los tallos de las orquídeas varían morfológicamente dependiendo de la especie y se clasifican en caña, cormo o pseudobulbo, estas estructuras presentan diferentes funciones, como soporte, almacenamiento y/o propagación vegetativa. Orquídeas que presentan tallos de tipo cormo y pseudobulbo actúan para el almacenamiento de agua y nutrientes (Viccon *et al.*, 2021).

#### **5.2.6. Raíces**

Las raíces de las orquídeas tienen la capacidad de absorber agua y formar una relación simbiótica con hongos (Castellano y Torres, 2018). La relación entre el hongo y la orquídea, conocida como mico-heterotrófica, es esencial para la germinación, ya que el hongo coloniza la semilla formando un protocormo. Este protocormo protege la semilla y proporciona los nutrientes necesarios, como carbono y vitaminas, para el desarrollo del embrión. Algunas especies de orquídeas requieren un tipo específico de hongo para llevar a cabo este proceso (Martija y Ochoa, 2019).

Las raíces están resguardadas por un tejido suave y blanco conocido como velamen, cuyo objetivo es absorber agua y evitar su pérdida para prevenir su desecación. Se pueden apreciar puntas verdes en la punta de la raíz que contiene clorofila (Castellano y Torres, 2018). En el velamen de las raíces, se encuentran cianobacterias vinculadas a

la fijación de nitrógeno; quienes también proporcionan nutrientes a las plantas vinculadas a micorrizas (Martija y Ochoa, 2019). Las orquídeas conservan en sus raíces un equilibrio entre la relación antibacteriana y antifúngica (Schiff, 2018).

### **5.3. Hábitat**

Las orquídeas generalmente se encuentran en todo el mundo a excepción de lugares desérticos y en los polos, además son abundantes en bosques tropicales y subtropicales (Frausto, 2017).

Generalmente este grupo puede intercambiar su ambiente de acuerdo a las condiciones en las que se encuentre, las orquídeas epífitas pueden adaptarse a una superficie bien drenada pero húmeda, como por ejemplo, las rocas de un arroyo, ya que en esos lugares se pueden adaptar fácilmente para su debido crecimiento. Alrededor de un 25% de las orquídeas son terrestres, porque se ubican en distintos hábitats, como es el suelo de un bosque o en los pastizales (Jane, 2023).

### **5.4. Importancia etnoecológica**

Desde una perspectiva ecológica, las orquídeas desempeñan un papel crucial en las cadenas tróficas y en los mecanismos de reproducción. Diversas especies de insectos, como abejas, mariposas, escarabajos y moscas, se alimentan y reproducen a través de las flores de las orquídeas (Alvarez *et al.*, 2023). Estas interacciones han propiciado la coevolución entre polinizadores y plantas, con adaptaciones que oscilan entre fragancias particulares hasta estructuras florales. Por otra parte las orquídeas proporcionan beneficios medicinales que han sido utilizadas desde hace siglos. En zonas rurales se han elaborado extractos de orquídeas para tratar diversas enfermedades, que van desde problemas digestivos hasta enfermedades de la piel (Villareal *et al.*, 2024).

### **5.5. Importancia económica de las orquídeas**

La extracción ilegal de especies de orquídeas en la región de Puebla genera hasta 5 millones de dólares anualmente en el mercado negro internacional, con alrededor de 900 mil ejemplares traficados cada año (Juárez *et al.*, 2023). Los cultivadores locales generan más ingresos con una planta de orquídea que con otros cultivos tradicionales, que suelen ser más simples y menos atractivos. El valor de una orquídea puede oscilar entre 15 y 5 mil pesos (El sol de Puebla, 2024).

En Chiapas la venta ilegal de orquídeas silvestres ocurre abiertamente en diversas ciudades del estado, donde coleccionistas llegan a pagar entre 600 y 3 mil pesos por cada ejemplar (El heraldo de Chiapas, 2024).

Debido al uso excesivo de las orquídeas por venta ilegal en diferentes estados, muchas de ellas se encuentran en riesgo de desaparecer. Aproximadamente el 90% de la venta internacional provienen de invernaderos, además se encuentra el comercio ilegal de orquídeas silvestres, pero su venta es una cantidad muy pequeña, en otros casos algunas personas se dedican a saquear las orquídeas de su hábitat natural para realizar artesanías para poder obtener algún ingreso económico. Esta actividad es muy preocupante, por tal razón muchos coleccionistas desean preservar este grupo y han realizado actividades de conservación (MINAM, 2017).

### **5.6. Estrategia de conservación *ex situ* de orquídeas**

La conservación *ex situ* es una estrategia para poder conservar los recursos fitogenéticos. Actúa como estrategia complementaria de la conservación *in situ*. Esta estrategia se realiza con ayuda de bancos y colecciones de germoplasma, por ello, se deben seguir múltiples etapas y procedimientos que requieren de conocimientos de personal capacitado. Los enfoques de conservación *ex situ* requieren la obtención de muestras que representen la diversidad genética de una especie, para su preservación fuera de su hábitat natural (Menchaca *et al.*, 2011). Las orquídeas son de gran valor hortícola comercial, por esta razón presentan consecuencias de caza furtiva ilegal de plantas del medio silvestre. Además de las iniciativas exitosas para proteger los

entornos naturales, numerosos proyectos en todo el mundo han demostrado que es viable incorporar especies amenazadas a sistemas de cultivo como reintroducirlas con éxito en su entorno natural. Por lo tanto, el manejo responsable mediante métodos de cultivo para la reproducción de especies es clave en las prácticas de conservación *ex situ* (Tejeda *et al.*, 2017).

### **5.6.1. El cultivo de las orquídeas**

Tradicionalmente las orquídeas se han cultivado desde hace más de 1,500 años, teniendo el registro en China, en México también es una práctica habitual en las comunidades rurales donde se distribuyen naturalmente estas plantas. Para cultivarlas existen diferentes métodos que implican la reproducción sexual, esto implica la polinización de la flor y para la formación de las semillas que estarán contenidas en un fruto denominado cápsula.

En términos generales, las plantas, pueden presentar dos formas de reproducirse, la que ocurre por el desarrollo de un nuevo individuo a partir de alguna parte vegetativa de la planta madre, denominada vía asexual y la reproducción sexual, en la que es necesaria la formación y fusión de gametos, para la dar origen a uno o más embriones contenidos en la estructuras denominada semillas (Pomalia, 2022). Según Yeung (2017) para la formación de plantas a partir de semillas se necesita varias etapas de germinación hasta que se formen las plantas de orquídeas, después de este proceso las semillas forman células embrionarias que se le conoce como protocormo, una característica específica de las orquídeas, una vez que la cápsula dispersa las semillas, están deben asociarse simbióticamente con un hongo, relación conocida como mico-heterotrófica, esencial para la germinación, ya que el hongo coloniza la semilla formando un protocormo. Este protocormo protege la semilla y proporciona los nutrientes necesarios, como carbono y vitaminas, para el desarrollo del embrión. Este tipo de reproducción genera una variabilidad genética en la formación de los gametos el cual ocurre la recombinación genética en la meiosis y las plantas que se forman mantienen esa diversidad genética deasada en las poblaciones naturales.

Por otra parte la reproducción asexual de las orquídeas se realiza por división de la planta (pseudobulbos) para conseguir más ejemplares de orquídeas y posteriormente anclarlas a un sustrato como corteza terrestre de pino (para el caso de las plantas con hábitos epífitos). Este tipo de reproducción genera individuos idénticos genéticamente conocidos como clones (Fernández, 2023).

### **5.6.2. Micropropagación de orquídeas *in vitro***

Esta es una alternativa para la reproducción sexual de las orquídeas por cultivo *in vitro*. Según la investigación de (Sedano *et al.*, 2015) las orquídeas se pueden realizar por semillas con la técnica de cultivo *in vitro*, lo cual es necesario cultivarlas en un laboratorio, estas orquídeas producen millones de semillas por cada capsula que reproducen, estas semillas son unos granos de polvo. Por otra parte en el cultivo *in vitro* se trabajan con las semillas a partir de un medio simple de azúcar, ya que con esta técnica se ha logrado propagar más plántulas de orquídeas.

Se puede realizar cultivo *in vitro* de semillas cápsula abierta, donde éstas disponen de semillas secas, no obstante, al estar expuestas a factores ambientales, este material presenta contaminación por hongos y bacterias. Es indispensable realizar una esterilización antes de realizar el cultivo *in vitro* (Mayo *et al.*, 2010).

Cultivo *in vitro* de cápsula cerrada, esta cápsula permanece libre de contaminantes, es decir, se tiene que esterilizar la parte exterior ya que se pueden desarrollar hongos y bacterias, la ventaja de este procedimiento es que no necesita de la esterilización de semillas. Asimismo es importante considerar que las semillas sembradas a partir de las cápsulas que no han alcanzado la madurez podrían no germinar o su proceso sería muy lento (Mayo *et al.*, 2010).

Esta técnica, tiene como ventaja, según Menchaca *et al.* (2015) el aprovechamiento y conservación de los recursos, en general aquellos que se encuentran en poblaciones considerablemente reducidas o las que están en peligro de extinción. Realizar la

técnica de cultivo *in vitro* de semillas de orquídeas es uno de los componentes más importantes para conservar esta especie, ya que nos permite proteger la variabilidad genética de las poblaciones naturales.

## 6. MATERIALES Y MÉTODOS

### 6.1. Ubicación geográfica del área experimental

El presente trabajo se desarrolló en el Laboratorio de Fisiología Vegetal y en el jardín del edificio B del Departamento de Botánica, de la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, durante el periodo de agosto de 2024 a mayo 2025.



**Figura 2.** Invernadero para el resguardo de las orquídeas.



**Figura 3.** Laboratorio de cultivo de tejidos.

### 6.2. Material biológico

Las plantas donadas, se identificaron y se realizó un inventario describiendo sus características botánicas incluyendo una fotografía representativa de su flor y si estaba en alguna categoría de riesgo en la Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza o en la Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2010.

Para las pruebas de germinación *in vitro* se utilizaron semillas de cápsulas inmaduras de diferentes géneros *Ephidendrum*, *Laelia*, y *Bletia*, donadas por los pobladores del municipio de Eloxochitlán Puebla.

Para la aclimatación y reproducción de plantas en el jardín, se utilizaron plantas donadas por habitantes de Michoacán (San José de Gracia), Puebla y Chiapas (Margarita Chiapas), especies de *Oncidium* sp., *Laelia autumnalis*, *Laelia albida*, *Laelia gouldiana*, *Encyclia* sp., *Sobralia macrantha*, *Stanhopea oculata* desconociendo la edad de las mismas.



**Figura 4.** Especies de orquídeas utilizadas en la multiplicación de ejemplares.

### **6.3. Propagación de orquídeas**

La propagación del material biológico se realizó mediante la implementación de dos técnicas:

#### **6.3.1. Vía sexual**

Se utilizó la técnica de germinación por cultivo *in vitro*, para lo cual se requirió de un medio nutritivo, adicionado con azúcar, carbón activado y agar.

### 6.3.2. Elaboración de medios de cultivo

1. Se pesaron 4.2 g L<sup>-1</sup> de medio MS, 30 g L<sup>-1</sup> de sacarosa en una balanza analítica calibrada y 10 g de extracto de plátano.
2. En un vaso de precipitado se llenó 300 ml de agua, se vació el MS, la sacarosa y el extracto de banana.
3. Se mezcló, vertió la solución en la probeta y se aforo a 1 litro con agua destilada.
4. Se midió el pH a 5.6 con un potenciómetro, el pH se regula con HCL (-) 1N y NaOH 1.0 N (+).
5. Se pesó y agregaron 3 gL<sup>-1</sup> de gelrite a la solución, o la cantidad recomendada según la marca.
6. En una probeta de un litro se midieron 500 ml de agua destilada, se colocó en un vaso de precipitado, y se puso en una parrilla de agitación con una barra magnética.
7. Se disolvió el agar y al momento de la ebullición se apagó.
8. Se agregó inmediatamente el carbón activado.
9. Se tomaron 25 ml de la solución con una jeringa y se vaciaron en frascos de vidrio, y se taparon (rotulados con el nombre del medio utilizado y porcentaje).
10. Se colocaron en la autoclave, para su posterior esterilización.

Todos los materiales de cultivo y soporte se esterilizaron en autoclave a 120 libras de presión por 20 minutos, la siembra se realizó en campana de flujo laminar, bajo condiciones asépticas, aplicando un protocolo de desinfección de la cápsula y posteriormente la siembra de semillas.

El protocolo de desinfección consistió en hacer tres lavados a la cápsula cerrada, el primero con detergente biodegradable (Foca), seguido de tres enjuagues con agua destilada cada uno, el segundo con una solución de cloro comercial al 40% por 7 minutos, seguido de tres enjuagues con agua destilada por 30 segundos cada uno, y el tercero con una solución de alcohol etílico al 70% con sus respectivos tres enjuagues.

Sobre una caja Petri se colocó la cápsula y con una navaja de bisturí se le realizó un corte longitudinal para abrirla de manera que, con una espátula estéril, se extrajeron las semillas. Se tomaron uno a uno los frascos de medio estéril, se abrieron y se les colocó una porción de semillas (equivalente a  $0.5 \text{ cm}^2$  de la superficie de la espátula, 2 cm de largo y 0.5 de ancho), se volvieron a cubrir con la tapa, se sellaron con plástico adherible y se etiquetaron indicando el nombre de la especie, fecha de siembra y tipo de medio. El protocolo de desinfección y siembra fue tomado y modificado de Menchaca-García (2016).



**Figura 5.** Materiales utilizados para los medios de cultivo.



**Figura 6.** Pesaje de insumos para preparación de medios de cultivo *in vitro*.

#### **6.4. Vía asexual (propagación vegetativa)**

Esta técnica se basó en el rompimiento de la dominancia apical de crecimiento, para lo cual se necesitó separar los pseudobulbos, se sellaron los extremos cortados con canela o azufre en polvo y se sembró en sustrato en maceta o sobre un tutor, esperando que la activación de las yemas formara nuevos pseudobulbos y la formación de raíces.

##### **6.4.1. Evaluación de germinación/propagación**

#### **6.5. Vía sexual**

Posterior a la siembra se evaluó el número de semillas germinadas por frasco, las fases de formación de la plántula, formación de raíces y número de hojas formadas. También se registró el número de frascos que presentaron contaminación. El seguimiento se realizó por 8 meses. Las primeras 2 semanas se realizó un monitoreo cada 3 días, posteriormente cada 5 días.

Se contó el número de frascos germinados y contaminados considerando la respuesta de germinación, se realizaron observaciones cada tercer día hasta que las plántulas de orquídeas se fueran desarrollando.

##### **6.5.1. Vía asexual (propagación vegetativa)**

Se registró el número de sobrevivencia de individuos, así como la formación de nuevos pseudobulbos y raíces cada 5 días, el riego se realizó con agua de llave y se mantuvo en un período de cada 3 días.

## 7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se recibieron un total de tres especies de orquídeas del estado de Puebla, rescatadas durante las actividades de “roza, tumba y quema” que realizan agricultores durante la siembra de maíz. Con base a la bibliografía y al conocimiento de los pobladores se realizó un inventario que contiene el número de ejemplares recibidos, su nombre científico y común, la descripción de sus características botánicas más representativas, hábitos de crecimiento y si se encuentra en alguna categoría de riesgo, ya sea en la lista roja de la UICN o en el listado de especies de la NOM-059-SEMARNAT-2010.

**Cuadro 1.** Inventario de orquídeas rescatadas en el estado de Puebla.

| Número de ejemplares rescatados | Especie                               | Características botánicas                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Hábitos de crecimiento                                                                                                                                                       | Situación de riesgo (UICN /NOM 059) |
|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                               | <i>Laelia albida</i> / Lirio de monte |  <p>Sus flores son muy llamativas y coloridas, algunas son de color blancas y pigmentadas, la inflorescencia puede llegar a medir 90 cm, está compuesta por 4 a 10 flores, su floración es a principios del mes de noviembre.</p> | Esta especie es epífita ya que se encuentra en los árboles o troncos en descomposición, su crecimiento se adapta a 1000 y 3000 msnm, considerando una temperatura de 22 ° c. | Sin registro de riesgo              |

---

*Laelia gouldiana*/ Monjita

2



Generalmente esta especie tiene unas flores de color purpura o rosa, sus flores miden aproximadamente entre 8 cm de diámetro, cada inflorescencia dispone de 4 a 7 flores, la forma de la flor está compuesta por tres sépalos, dos pétalos y un labelo, florece en el mes de octubre.

Se desarrollan en árboles como guayaba, higos, este tipo de plantas necesitan una luz filtrada para su desarrollo, son capaces de tolerar una temperatura de 22 ° c.

Probablemente extinta en el medio silvestre (E- NOM 059)

---

*Sobralia macrantha*/ Flor de un día

2



Esta orquídea presenta unas flores grandes de color violeta, florece en el mes de julio y agosto, mide aproximadamente 15 cm de diámetro, su altura es de 1 metro, con tallos delegados y hojas alternas.

Pertenece a un ecosistema bosque mesófilo de montaña, se desarrollan en las rocas con musgo alrededor o en el suelo. Toleran el sol filtrado o la sombra, se encuentran a 1000 y 3000 msnm.

Sin registro de riesgo

También se recibieron un total de cuatro especies de orquídeas del estado de Michoacán y Chiapas, rescatadas de los jardines de traspatio por los pobladores de la región, fueron identificadas a nivel de especie por sus características florales y estructuras vegetativas, sin embargo, los ejemplares que no presentaban flor, se consideró solo el género de la especie.

**Cuadro 2.** Inventario de orquídeas rescatadas en el estado de Michoacán y Chiapas.

| Número de ejemplares | Especie                                   | Características botánicas                                                                                                                                                                                   | Hábitos de crecimiento                                                                                                                                                                                                                                                                             | Situación de riesgo (UICN /NOM 059) |
|----------------------|-------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
| 1                    | <i>Stanhopea oculata</i> / Tecuanxochitl  | La especie <i>Stanhopea oculata</i> presenta flores colgantes, de una forma muy peculiar, de color amarillo con manchas rojizas, generalmente florecen en verano aunque puede variar dependiendo del clima. | Crece sobre los árboles, utilizando las ramas como soporte, se adapta a un ecosistema bosque templado subhúmedo, su crecimiento suele estar activa durante la estación cálida y húmeda, forma nuevos pseudobulbos dos veces por año, dependiendo mucho de las condiciones en las que se encuentre. | Amenazada<br>(A - NOM 059)          |
| 1                    | <i>Laelia autumnalis</i> / Flor de muerto | Es una orquídea de color purpura, presenta un tamaño aproximadamente de 7 cm, la temporada de floración es en otoño, invierno, entre los meses de septiembre y noviembre.                                   | Planta epífita que crece sobre los árboles o rocas, pertenece al tipo de ecosistema bosque templado subhúmedo, requiere de una sombra ligera para su crecimiento.                                                                                                                                  | Sin registro de riesgo              |

---

*Encyclia* sp/ Angelitos

1



Presenta flores medianas de color amarillo o marrón, con un aroma especial, sus flores pueden durar entre 2 a 4 semanas dependiendo de las condiciones.

Especie que se sitúa en los árboles, prefiere una luz brillante e indirecta, con una humedad ambiental moderada.

Sin registro de riesgo

---

*Oncidium* sp/ Dama danzante

1



Es una planta monocotiledónea, conocida por su floración abundante y atractiva. De gran valor ornamental por su variedad de formas y colores.

Tolera la sombra ligera, son epifitas, pero también pueden cultivarse en macetas, al igual se adaptan a un ecosistema bosque templado subhúmedo.

Sin registro de riesgo

De acuerdo con la información obtenida para el listado de orquídeas rescatadas, podemos decir que *Stanhopea oculata* se encuentran en una categoría de riesgo, *Laelia gouldiana* está en la categoría probablemente extinta en el medio silvestre, *Sobralia macrantha*, *Laelia albida*, *Laelia autumnalis*, *Encyclia* sp, *Oncidium* sp, no están en ninguna categoría, pero las descripciones encontradas en la literatura, en general se hace referencia a un riesgo potencial de las disminuciones de sus poblaciones debido a la colecta furtiva o al cambio de uso de suelo (Garay-Martínez *et al*, 2018). Es evidente, que este grupo botánico tiene un alto grado de vulnerabilidad, sobre todo por el número de orquídeas en alguna categoría de riesgo, el cual es de alrededor 200 especies (Menchaca *et al.*, 2012).

Respecto a los obtención de las orquídeas para este estudio, se utilizó el término “rescate”, debido a que *Laelia albida*, *Laelia gouldiana* y *Sobralia macrantha*, todas originarias del municipio de Eloxochitlán Puebla, fueron recuperadas por pobladores de la comunidad, al momento en que algunos agricultores realizaban la práctica agrícola denominada “roza, tumba y quema” actividad que conlleva al corte de la vegetación característica del bosque mesófilo de montaña. Lara *et al.* (2012) menciona que este método consiste en la tala de árboles y arvenses, posteriormente se prende fuego a la vegetación y el terreno queda listo para el cultivo, principalmente para la siembra del maíz. La pérdida de especies de orquídeas por estas prácticas, se han reportado por diversos autores, Fragoso (2017) quien describe que los cambios por uso de suelo, generan una modificación de los componentes que se encuentran en el área, por otra parte, García *et al.* (2025) señala que esta actividad modifica el microclima del área, reduce la absorción del agua en el suelo, incrementa la erosión, estas alteraciones conducen a la fragmentación de la cobertura vegetal, por lo tanto es una de las principales razones de la disminución de poblaciones naturales de orquídeas.

Para el otro grupo de orquídeas, la entrega de ejemplares se debió a que los pobladores las emplean como ornamentales y tradicionalmente las colocan en jardines de traspatio, así como para adornar los altares del Día de Muertos o para elaborar coronas destinadas a las tumbas e imágenes sagradas durante las celebraciones

católicas, por lo que cada tipo de orquídea representa un recurso que identifica diversas culturas y regiones del mundo (Tamay *et al.*, 2020).

Como previamente se describió, los ejemplares rescatados, se cultivaron en sustratos que, de acuerdo a las recomendaciones del “Manual para el aprovechamiento sustentable de orquídeas” (Menchaca *et al.*, 2015), mantengan la humedad (tezontle), aporten materia orgánica y permitan el anclaje de las raíces (corteza de pino), equilibren el pH del entorno y eviten el crecimiento de hongos fitopatogéneos (trozos de carbón), además los cuidados como el riego y protección de la radiación fueron indispensables para la sobrevivencia de las plantas. Al inicio se contaba con nueve plantas de siete especies (Cuadro 1 y 2) y ninguno se marchitó o murió durante el tiempo de monitoreo, por lo que se tuvo un 100% de sobrevivencia.

De acuerdo con los registros de la flora orquideológica de *Laelia albida*, *Laelia gouldiana*, *Sobralia macrantha*, son especies que habitan en el ecosistema bosque mesófilo de montaña, caracterizado por alta humedad (llueve casi todo el año), temperatura promedio entre 12 y 23° C, altitudes de entre 1000 y 3000 msnm (Gual, 2017); las especies *Stanhopea oculata*, *Laelia autumnalis*, *Encyclia* sp, *Oncidium* sp pertenecen al bosque templado, considerados subhúmedos a templados húmedos, con temperatura de entre 10 a 25° C, precipitación anual entre los 600 y 1000 mm y altitud de 2000 a 3400 msnm (Biodiversidad, 2021). Ambos tipos de vegetación, son los más representativos de los hábitats en los que crecen las orquídeas en México y en los que se encuentra la mayor riqueza de este grupo botánico. Por su parte; el bosque mesófilo de montaña no solo es importante por la abundante biodiversidad que resguarda, sino también por los servicios hidrológicos que proporciona, la formación de los suelos, así como la prevención de la erosión, no obstante este ecosistema es el más amenazado en México (Almeida *et al.*, 2014).

Considerando las características generales de los ecosistemas en que crecen habitualmente estas especies, y comparando con los datos de precipitación, temperatura y altitud del municipio de Saltillo, podemos asumir que el factor altura no fue una limitante, ya que el área de establecimiento de las orquídeas en la Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro se encuentra a una altitud de 1,770 msnm (Gaia GPS),

valor ubicado dentro del rango registrado en los dos ecosistemas naturales de crecimiento. Por el contrario, el factor temperatura y humedad (precipitación) sí registraron diferencias al consultar los datos emitidos por el Servicio Meteorológico Nacional (2025), la temperatura promedio registrada para Saltillo fue de 5° C por arriba del promedio de los tres Estados en los que se encuentran el bosque mesófilo o el bosque templado, y para el factor humedad, se compararon los registros de precipitación, en Saltillo se registró un promedio de 276 mm en 2024 y 53.7 mm en 2025, ambos valores menores respecto a los de Puebla (1191.1 mm- 238.7 mm/2025), Michoacán (980.8 mm- 67 mm, 2024-25) o Chiapas (1854mm- 311.1mm, 2024-25), estados en los que se encuentra a las orquídeas en estado silvestre. Aun cuando se identificaron diferencias en los valores de temperatura y precipitación, la respuesta de aclimatación fue satisfactoria en todas las plantas rescatadas. Cabe destacar que mensualmente, por un periodo de ocho meses, se realizó el monitoreo del crecimiento de raíces, marchitamiento de hojas y desarrollo de pseudobulbos, asumiendo que los factores abióticos determinantes para la aclimatación fueron la temperatura, la intensidad de luz (las horas de exposición a la luz) y la humedad, asociada a la precipitación del lugar. Sánchez-Vidaña *et al.* (2018) relacionan el crecimiento y desarrollo de las orquídeas con la calidad y cantidad de luz, así como al fotoperiodo, entre otros factores no menos importantes, también refieren a la temperatura y disponibilidad de agua, por lo que es necesario mantener un ambiente húmedo y fresco para el éxito de adaptación de las orquídeas.

## **7.1 Propagación de orquídeas**

La reproducción vegetal, está asociada a una serie de procesos moleculares, fisiológicos y morfológicos en una etapa determinada en el ciclo de vida de las plantas Sánchez (2023). En términos generales, las plantas, pueden presentar dos formas de reproducirse, la que ocurre por el desarrollo de un nuevo individuo a partir de alguna parte vegetativa de la planta madre, denominada vía asexual y la reproducción sexual,

en la que es necesaria la formación y fusión de gametos, para la dar origen a uno o más embriones contenidos en la estructuras denominada semillas (Pomalia, 2022).

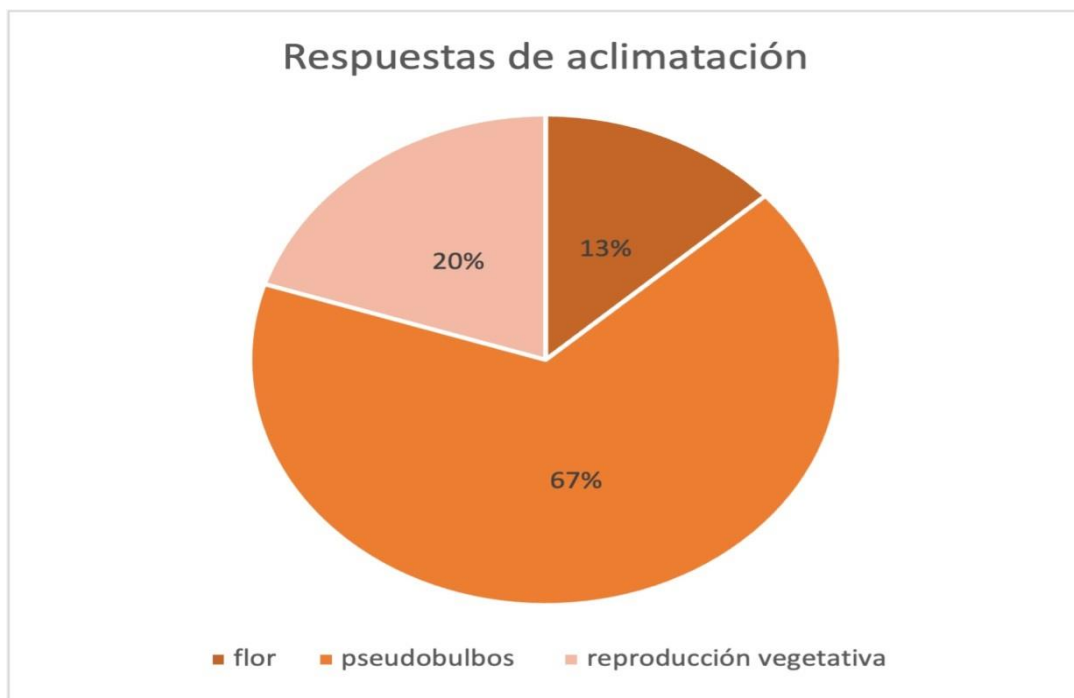
### **7.1.1. Reproducción vegetativa**

En particular, las orquídeas presentan ambas formas de reproducción, sexual y asexual, debido a que son plantas perennes, anualmente dan origen a nuevas estructuras denominadas pseudobulbos o bien a ramificaciones originadas en el cuerpo de la planta; cabe destacar que el crecimiento de la planta está dirigido por un meristemo apical, el cual, si es separado junto con los pseudobulbos de la planta madre, éstos van a prosperar como nuevos individuos, formando raíces y activando algunas de sus yemas laterales para originar nuevos pseudobulbos (Godoy, 2013). Tradicionalmente, los cultivadores de orquídeas, así como pobladores que habitan en zonas donde se encuentran orquídeas silvestres, han aprovechado para propagar vegetativamente sus orquídeas, pero en muchas ocasiones se corre el riesgo de perder a los ejemplares, si no se les dan las condiciones adecuadas para su adaptación, en particular, cuando son adquiridas por personas que desconocen las condiciones ambientales que requieren estas las orquídeas para adaptarse a un nuevo sitio (Martínez-Meléndez *et al.* 2020).

Las orquídeas separadas para la formación de hijuelos, fueron *Sobralia macrantha*, *Laelia albida* y *Oncidium* sp, duplicando el número de ejemplares con que se disponía, es decir, el 20% de las plantas se reprodujeron vegetativamente. El 67% de las plantas formaron pseudobulbos y el 13 % dio origen a una vara floral (*S. oculata* y *Encyclia* sp). En el 100 % de las plantas se formaron raíces nuevas (Cuadro 3, Figura 7). Sánchez (2023) explica que la reproducción vegetal, está asociada a una serie de procesos moleculares, fisiológicos y morfológicos en una etapa determinada en el ciclo de vida de las plantas, en particular, la generación de nuevos individuos vía reproducción asexual, responde a un estímulo, que es el rompimiento de la dominancia apical, la síntesis de fitohormonas como las auxinas y citosinas que inducen la formación de raíces y la activación de yemas axilares que promueven el desarrollo de nuevos pseudobulbos (Sally y Leyser, 2004; Jerez *et al.* 2016).

**Cuadro 3.** Registro de respuestas morfológicas en la aclimatación de las orquídeas rescatadas. s/d: sin división de planta madre, s/v: sin formación de vara floral.

| Origen    | Planta madre              | Número de hijuelos | Número de pseudobulbos | Vara floral |
|-----------|---------------------------|--------------------|------------------------|-------------|
| Puebla    | <i>Sobralia macrantha</i> | 2                  | 1                      | s/v         |
| Puebla    | <i>Laelia albida</i>      | s/d                | 1                      | s/v         |
| Puebla    | <i>Laelia gouldiana</i>   | 2                  | 1 c/u                  | s/v         |
| Michoacán | <i>Laelia autumnalis</i>  | s/d                | 1                      | s/v         |
| Chiapas   | <i>Encyclia</i> sp        | s/d                | 2                      | 1           |
| Chiapas   | <i>Oncidium</i> sp        | 2                  | 1 c/u                  | s/v         |
| Chiapas   | <i>Stanhopea oculata</i>  | s/d                | 1                      | 1           |



**Figura 7.** Porcentaje de las respuestas de aclimatación de las orquídeas rescatadas.

La sobrevivencia de las orquídeas ante las nuevas condiciones medioambientales, son una respuesta inherente a su biología y a la capacidad de adaptación que desarrollan en distintos niveles de su organización sin dejar de considerar la influencia de los factores abióticos externos, entre los que destacan la luz, agua, suelo y la temperatura, por lo tanto el cambio climático reduce la disponibilidad de entornos adecuados para las orquídeas (Álvarez *et al.*, 2023). Además, estas actividades de rescate, son sugeridas para realizarse en comunidades o bien instituciones sin fines de lucro dedicadas al aprovechamiento racional y conservación de este recurso vegetal respectivamente (Menchaca *et al.*, 2015).

### **7.1.2. Reproducción sexual**

Con el fin de obtener un incremento del número de individuos de *Epidendrum radicans*, *Bletia purpurea*, *Laelia gouldiana* y *Laelia albida*, especies de las que se disponía de cápsulas (fruto de la orquídea), se optó por realizar la germinación de semillas, utilizando la técnica de germinación asimbiótica *in vitro*, Menchaca *et al.* (2012) indican que es una de las estrategias para el aprovechamiento sustentable de este grupo botánico, principalmente por la baja tasa de germinación en su medio natural.

Nuestros resultados no fueron favorecedores, en particular para *Laelia gouldiana*, *Laelia albida*, *Bletia purpurea* al no germinar ninguna de las semillas sembradas (Cuadro 4), asumiendo que la respuesta nula se debió a la inviabilidad de las semillas; el proceso de cultivo se realizó en condiciones asépticas y hubo un mínimo de contaminación, por lo tanto la técnica de desinfección si fue eficiente, pero no la germinación. En concordancia con el trabajo de Flores *et al.* (2017) quienes sembraron semillas de capsulas inmaduras de *Vanilla planifolia*, también registraron una respuesta de germinación nula, atribuyendo principalmente al estado fisiológico de las capsulas, como determinante en el éxito del cultivo *in vitro*. En particular para *Laelia gouldiana*, Villafuerte (2022) menciona que la baja viabilidad de las semillas se puede atribuir a la baja variabilidad genética de la especie.

Flores *et al.* (2017) expresan que experimentos realizados con semillas de cápsulas maduras con un tono color café y cultivado en *in vitro* bajo las mismas condiciones que resultaron favorables, no garantizan la germinación, solo el hinchamiento y oxidación de las semillas. Este tema continua siendo un reto, ya que las semillas son una fuente biológica ilimitada para generar nuevas plantas, además es una opción complementaria para la propagación en condiciones asépticas.

Otero (2020) explica que la germinación *in vitro* de la semilla de orquídea de la especie *Encyclia angustiloba* resultaron porcentajes muy bajos, y el tiempo de germinación fue muy tardado, incluso con capsulas completamente cerradas.

Por otra parte menciona que existen factores que limitan la germinación y el crecimiento de las orquídeas, entre estos factores se encuentra el grado de maduración de la capsula, la preparación de los medios de cultivo y las condiciones climáticas.

**Cuadro 4.** Registro de los resultados de la germinación *in vitro* de semillas de orquídeas.

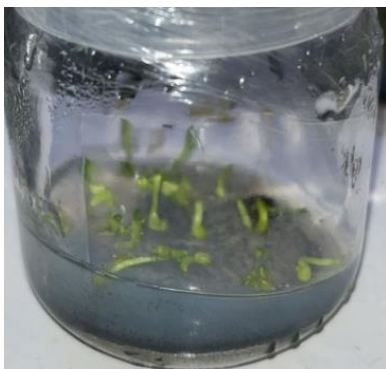
| Especie                    | Número de cápsulas y grado de madurez | Cultivos y subcultivos -<br>Número de frascos obtenidos     | Número de plantas germinadas |
|----------------------------|---------------------------------------|-------------------------------------------------------------|------------------------------|
| <i>Epidendrum radicans</i> | 6 capsulas cerradas                   | Cultivo inicial – 53<br>Subcultivo 1– 4<br>Subcultivo 2 – 3 | 80 plantas germinadas        |
| <i>Bletia purpurea</i>     | 5 capsulas abiertas                   | Cultivo inicial – 27                                        | Sin germinar                 |
| <i>Laelia gouldiana</i>    | 4 capsulas abiertas                   | Cultivo inicial – 25                                        | Sin germinar                 |
| <i>Laelia albida</i>       | 4 capsulas abiertas                   | Cultivo inicial – 19                                        | Sin germinar                 |

Por el contrario, las semillas contenidas en la cápsula inmadura de *Epidendrum radicans*, si germinaron bajo condiciones *in vitro* utilizando la técnica de germinación asimbiótica. Tras la siembra en un medio nutritivo estéril, a los 34 días después de la siembra (dds) se observó la hinchazón de las semillas y a los 105 días la formación de protocormos, lo que indica el inicio del desarrollo embrionario. La formación de plántulas propiamente dichas, se registró a los 323 dds, observando las raíces y hojas,

lo que demuestra la efectividad de esta técnica para la propagación de *Epidendrum radicans*.

Delgado (2019) realizó la evaluación de la germinación y el desarrollo de dos especies de *Epidendrum*, en ambas se aplicó la técnica *in vitro*, mostrando ligeras diferencias en cuanto al crecimiento de embriones, para *E. ibaguense* fue a los 8 dds y para *E. secundum* se registró hasta el día 15 ds. Sin embargo comparado con nuestros datos en los que el comienzo del desarrollo del embrión fue a 19 dds más respecto a *E. secundum* y 26 dds de diferencia con *E. ibaguense*. Otro dato importante, es que Delgado, utilizó semillas de cápsulas maduras y en el caso de *E. radicans* las cápsulas eran verdes (cerradas), considerando que la madurez del fruto, al menos para esta especie no es una limitante.

Mamani *et al.* (2022) realizaron ensayos para la germinación *in vitro* de *Epidendrum secundum*, con el objetivo de probar diferentes agentes gelificantes y complejos nutritivos para ese propósito, alcanzando como máximo un 85% de germinación; Gonzales-Arteaga *et al.* (2024) evaluaron el uso de fitohormonas en medios de cultivo *in vitro* para la germinación de *Epidendrum catillus*, sus resultados demostraron que los medios a los días 64-71 se iguala la respuesta de los medios de cultivo empleados y se alcanza un 91.6% de germinación, en comparación con nuestros resultados, se evidencia que el resultado, puede no atribuirse a la composición del medio, sino a la viabilidad y madurez de las semillas, debido a que en los medios de cultivo empleados para la germinación de *E. radicans*, no se empleó ninguna fitohormona.



**Figura 8.** Inicio del desarrollo embrionario *in vitro*.



**Figura 9.** Cultivos sin desarrollo visible y libre de contaminación.



**Figura 10.** Cultivos *in vitro* contaminados sin respuesta germinativa.



**Figura 11.** Frascos con plántulas de *Epidendrum radicans*, desarrolladas *in vitro*.

Con los resultados obtenidos, se cumple la hipótesis, al demostrar la germinación asimbiótica de las semillas e incrementar el número de individuos de *Epidendrum radicans*, específicamente, de una planta madre se obtuvieron ochenta nuevas plantas. La limitante de germinación en las otras tres especies, se atribuye a la inviabilidad de las semillas.

Respecto a la propagación vegetativa, en tres especies se incrementó al doble el número de individuos, además se hizo evidente la capacidad de adaptación a las condiciones ambientales en las que se establecieron las siete especies de orquídeas de este estudio, siendo respuestas de crecimiento y desarrollo la formación de pseudobulbos y raíces, así como la formación de vara floral en dos orquídeas.

Ambas acciones, pueden ser consideradas para ejecutarse en programas enfocados a la conservación *ex situ* de las orquídeas.

## 8. CONCLUSIONES

El presente trabajo hizo evidente la necesidad de implementar estrategias que contribuyan al rescate, conservación y aprovechamiento sustentable de las orquídeas nativas en México, con prácticas como el cultivo en áreas que repliquen las condiciones de su hábitat natural para su adaptación o bien la propagación a través de la germinación de semillas.

Por otra parte, las especies de orquídeas enfrentaron un proceso de adaptación a su nuevo entorno natural, considerando que el municipio de Saltillo presenta un clima semiárido, caracterizado por temperaturas extremas y baja humedad relativa. En este contexto, fue fundamental ajustar cuidadosamente las condiciones de riego y temperatura para favorecer su desarrollo y supervivencia. El uso de corteza de pino y carbón vegetal facilitó la adaptación progresiva de estas especies a un entorno distinto al de su hábitat original, haciendo notable la capacidad para aclimatación en condiciones climáticas poco favorables.

No todas las semillas de orquídeas fueron viables para el cultivo *in vitro*, por lo que es fundamental aplicar técnicas previas de análisis, como la prueba de viabilidad o la observación microscópica, antes de iniciar el proceso. Estas evaluaciones permiten seleccionar únicamente aquellas semillas con potencial de desarrollo, optimizando los recursos y aumentando las probabilidades de éxito en la propagación bajo condiciones controladas.

El uso adecuado de sustratos es un factor clave para el mantenimiento y desarrollo saludable de las orquídeas, ya que estos proporcionan el soporte físico, la aireación y la retención de humedad necesarias para sus raíces.

## 9. LITERATURA CITADA

Agrobeta. (2014). *Orquídeas*. <https://agrobeta.com/agrobetablog/2014/09/orquideas/>

Almeida Cerino, C. M., Damon, A. A., Islebe, G. A., & Bertolini, V. (2014). *Orquídeas como indicadores de conservación de bosque mesófilo de montaña del Soconusco, Chiapas, México* (Doctoral dissertation, El Colegio de la Frontera Sur).

Álvarez, C. C., López, A. M., Torres, D. G. C., Rico, D. T., & Miranda, J. J. M. (2023). *Orquídeas: amenazas de su existencia, formas de conservación y protección*. Jandiekua, Revista Mexicana de Educación Ambiental, 7(9), 44-59

Areche Reymundo, J. C., & Mallma Nestares, B. (2014). *Sistema de control de temperatura y humedad para prevenir el ataque de hongos y bacterias en los cultivos de orquídeas en el Instituto Nacional de Investigación Agraria Junín*.

Ceballos Vasquez, S. E. (2023). *Procesos morfogénicos en microplantas de Laelia autumnalis precultivadas en ácido salicílico*.

Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. (2012). *Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal, 2012-2030*. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.

Conabio. (2021). *Bosques templados*. Biodiversidad Mexicana. <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/bosqueTemplado.html>

Delgado Castro, D. P. (2019). *Evaluación de germinación y desarrollo de dos especies del género Epidendrum (Orchidaceae), Cundinamarca, Colombia*.

- El heraldo de Chiapas. (2024). *Saqueo indiscriminado y alta comercialización de orquídeas en Chiapas*. <https://oem.com.mx/elheraldodechiapas/local/saqueo-indiscriminado-y-alta-comercializacion-de-orquideas-en-chiapas-18478525>
- El sol de Puebla. (2024). *Saqueo de orquídeas alcanzaría los 5 millones de dólares en el mercado negro*. <https://oem.com.mx/elsoldepuebla/local/saqueo-de-orquideas-alcanzaria-los-5-millones-de-dolares-en-el-mercado-negro-13478217>
- Fernández, L. (2023). *Reproducción asexual: qué es, tipos y ejemplos*. [ecologiaverde.com. https://www.ecologiaverde.com/reproduccion-asexual-que-es-tipos-y-ejemplos-2680.html](https://www.ecologiaverde.com/reproduccion-asexual-que-es-tipos-y-ejemplos-2680.html)
- Flores Castaños, O., Cuéllar Zometa, J. F., Montes de Godoy, M. E., Gámez Pastrana, M. R., González Arnao, M. T., Guevara Valencia, M., & Aguilar Rivera, N. (2017). *Germinación in vitro de semillas de Vanilla planifolia Jacks y comparación de métodos de micropropagación*. *Avances en Investigación Agropecuaria*, 21(2).
- Fragoso, N. (2017). *Comparación del cambio de cobertura y uso de suelo a través de Sistemas de Información Geográfica en Acaxochitlán, Hidalgo*, Universidad Veracruzana, M (Doctoral dissertation, thesis, Veracruz, México).
- Frausto Jaime, K. A. (2017). *Morfogénesis in vitro en las orquídeas Phalaenopsis spp. (Blume) y Cattleya sp. (Lindley)* (Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Nuevo León).
- Garay-Martínez, E. Z., Treviño-Carreón, J., Hernández-López, T. J., Mora-Olivo, A., & Coronado-Blanco, J. M. (2018). *Las orquídeas endémicas mexicanas en categoría de amenazadas*. Ciencia UANL.
- García-Aguilar, J. Á., García, R. S., Valle, J. R. E., Rodríguez-Ortiz, G., López, J. C. L., & De la Cruz, J. M. (2025). *Análisis multitemporal del cambio de uso del suelo en la microcuenca magdalena Tequisistlán, Oaxaca, México*. *Tropical And Subtropical Agroecosystems*, 28(1). <https://doi.org/10.56369/tsaes.5653>

Gobierno de México. Servicio Meteorológico Nacional.  
(2025). <https://smn.conagua.gob.mx/es/>

Godoy, M. E. (2013). *Evaluación de cuatro tipos de sustratos orgánicos en la reproducción vegetativa de orquídeas cattleya en maceteros en el cantón Cayambe, Provincia de Pichincha* (Bachelor's thesis, Babahoyo: UTB, 2013).

Gonzales-Arteaga, JJ, Rodríguez-Layza, J., Romero-Rivas, LC, Párraga-Quintanilla, A., & Olivera-Soto, JA (2024). Germinación in vitro de semillas y desarrollo de protocormos de *Epidendrum catillus* Rchb. F & Warsz.(Orchideaceae), en diferentes medios de cultivo. *Manglar*, 21 (2), 183-190.

Gual-Díaz, M. (2017). Los bosques mesófilos de montaña de México. *Agro Productividad*, 10(1).

Jane. (2023). *Orchid Habitats - Orchid Species Preservation Foundation*.  
[https://orchidspecies-ca.translate.google.com/translate/habitats/?x\\_tr\\_sl=en&x\\_tr\\_tl=es&x\\_tr\\_hl=es&x\\_tr\\_pto=tc](https://orchidspecies-ca.translate.google.com/translate/habitats/?x_tr_sl=en&x_tr_tl=es&x_tr_hl=es&x_tr_pto=tc)

Jerez & Asociados, 2016. *Manual para el Manejo Extensivo de Orquídeas*. Empresa Nicaragüense de Electricidad (ENEL), Ministerio del Ambiente y los Recursos Naturales (MARENA). Primera edición. Managua, Nicaragua. 40 pag.

Juárez Muñoz, J., Fonseca González, J., Mateo Sánchez, J. J., Hernández León, S., & Garza López, P. M. (2023). Orquídeas silvestres comercializadas en dos mercados de Puebla México. *Boletín De Ciencias Agropecuarias Del ICAP*, 9(Especial), 34–37. <https://doi.org/10.29057/icap.v9iEspecial.9224>

Lara Ponce, E., Caso Barrera, L., & Aliphat Fernández, M. (2012). *El sistema milpa roza, tumba y quema de los maya itzá de san andrés y san josé, petén guatemala*. *Ra Ximhai*, 8(2.), 71-92.

- Mamani Sánchez, B., Muriel Mamani, A. E., Maquera Pardo, A. N., & Nova Pinedo, M. (2022). *Germinación in vitro de Epidendrum secundum con diferentes agentes gelificantes y concentraciones de agua de coco*. *Acta Nova*, 10(3), 345–359.
- Meléndez, N. M., Meléndez, M. M., Hernandez-Rodriguez, P., & López, D. A. J. (2020). *Orquídeas silvestres: amenazas y acciones locales para su conservación en el Parque Nacional Lagos de Montebello y su zona de influencia, Chiapas, México*. Desde El Herbario CICY, 12, 238–245, 2020.
- Menchaca García, R. A., & Moreno Martínez, D. (2011). *Conservación de orquídeas, una tarea de todos*. Universidad Autónoma Chapingo.
- Menchaca García, R. A., Lozano Rodríguez, M. Á., & Sánchez Morales, L. (2012). *Estrategias para el aprovechamiento sustentable de las orquídeas de México*. *Revista mexicana de ciencias forestales*, 3(13), 09-16.
- Menchaca García, R., Moreno Martínez, D., Sánchez Morales, L., Sageth Ruiz, J. Y., & Ventura, E. F. (2015). *Manual para el aprovechamiento sustentable de orquídeas en comunidades*. Universidad Veracruzana.
- Menchaca-García, R. A., & Castelán-Culebro, S. F. (2016). *Manual de operación de la colección in vitro* (E. Francisco-Ventura, L. P. Sanchez Morales, A. Méndez-Hernández, & D. Maruri Flores, Eds.; D. Cornú, Fotografía). Universidad Veracruzana, CITRO. [https://www.uv.mx/citro/files/2020/08/manual-in-vitro\\_pdf.pdf](https://www.uv.mx/citro/files/2020/08/manual-in-vitro_pdf.pdf)
- Ministerio del Ambiente. (2017). *Orquídeas del Perú y herramientas para su identificación*. Perú. [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/11797/Orqu%C3%ADdeas\\_del\\_Per%C3%BA\\_y\\_herramientas\\_para\\_su\\_identificaci%C3%B3n.pdf?v=1530477855](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/11797/Orqu%C3%ADdeas_del_Per%C3%BA_y_herramientas_para_su_identificaci%C3%B3n.pdf?v=1530477855)
- Mosqueda, A. M., Camero, J. G., Lázaro, E. C., & Hernández, A. F. (2010). *Germinación in vitro de semillas y desarrollo de plántulas de orquídeas silvestres de Tabasco*. Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, México.

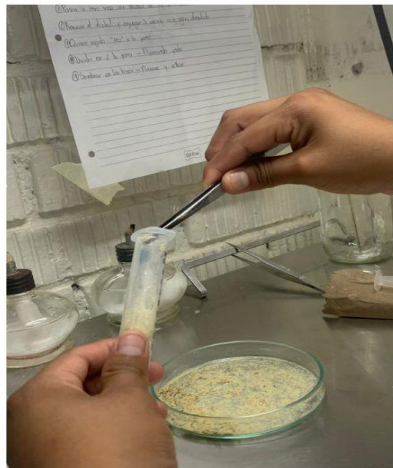
- Navarro Álvarez, F., Martínez García, P. M., Salmeron Santiago, I. A., Pedraza Santos, M. E., & Chávez Bárcenas, A. T. (2025, enero-febrero). *Germinación de orquídeas: la clave está en la relación con los hongos*. Revista Digital Universitaria (RDU), 26(1). <http://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2025.26.1.7>
- Otero Ruiz, K. L. (2020). *Germinación y conservación in vitro de semillas de orquídea (Encyclia angustiloba)* (Tesis de licenciatura). Universidad Agraria del Ecuador, Facultad de Ciencias Agrarias, Carrera de Ingeniería Agronómica. <https://cia.uagraria.edu.ec/Archivos/OTERO%20RUIZ%20KARISSA%20LISSET%20H.pdf>
- Pacheco Huamán, C. L. (2023). *Efecto de tres dosis de sustrato en la propagación asexual de hijuelos en cultivo de orquídea (Phaleaphnosis)*.
- Pomalia Gonzales, F. A. (2022). *La reproducción: concepto. Tipos* (Monografía de pregrado). Universidad Nacional de Educación Enrique Guzmán y Valle, Lima, Perú.
- PROFEPA (2022) *Riqueza de la flora de México Las Orquídeas*. Gobierno de México. <https://www.gob.mx/profepa/articulos/riqueza-de-la-flora-de-mexico-las-orquideas#:~:text=M%C3%A9xico%20Las%20Orqu%C3%ADdeas-.Las%20orqu%C3%ADdeas%20constituyen%20uno%20de%20los%20grupos%20de%20plantas%20m%C3%A1s,se%20encuentran%20en%20nuestro%20pa%C3%ADs>
- Salazar, D. (2021). *Todo lo que debes saber sobre las orquídeas de México*. Architectural Digest. <https://www.admagazine.com/articulos/todo-lo-que-debes-saber-sobre-las-orquideas-de-mexico>
- Sally P Ward, Ottoline Leyser, Shoot branching, Current Opinion in Plant Biology, Volume 7, Issue 1, 2004, Pages 73-78, ISSN 1369-5266, <https://doi.org/10.1016/j.pbi.2003.10.002>.

- Sánchez Sotelo, M. (2023). *Desarrollo y multiplicación in vitro de orquídea Brassolaeliocattleya*.
- Sánchez-Vidaña, M. R., Tejeda-Sartorius, O., Hernández-Anguiano, A. M., Trejo-Téllez, L., Soto-Hernández, R. M., & Gaytán-Acuña, E. A. (2018). *Ambiente y antecedentes de floración en el crecimiento, inducción y desarrollo floral de Laelia anceps subesp. anceps (Orchidaceae)*. *Agrociencia*, 52(1), 35-54.
- Sedano, C. G., Manzo, G. A., Roldán, H. R., & Castellanos, J. A. (2015). *Propagación in vitro de orquídeas y otras ornamentales*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 1, 451–456.
- Silva Sánchez, L. E. (2020). *Descripción botánica del género Rhyncholaelia: Revisión de literatura*.
- Tamay, L. D. C., Cruz, J. Y. S. R., & García, E. A. P. (2020). *Diversidad y uso de las orquídeas*. *Revista Bioagrocencias*, 9(1), 1-5.
- Tananta, A. R. B., Bardález, M. S. A. R., & Canta, M. S. J. J. P. (2023). *Determinación de la riqueza y distribución de orquídeas del caserío Doncel, como base para su conservación, apreciación y uso sustentable, distrito Soritor*.
- Tejeda-Sartorius, O. (2017). *Características ornamentales de orquídeas silvestres y su propagación con fines comerciales. Alternativa de aprovechamiento sustentable ex situ*. *Agro Productividad*, 10(6).
- Tejeda-Sartorius, O., & De los Ángeles Aída Téllez Velasco, M. (2017). *Riqueza de la familia Orchidaceae en un bosque mesófilo de montaña en Chocamán, Veracruz, México*. *Acta Botánica Mexicana*, 121, 139–149.  
<https://doi.org/10.21829/abm121.2017.1177>

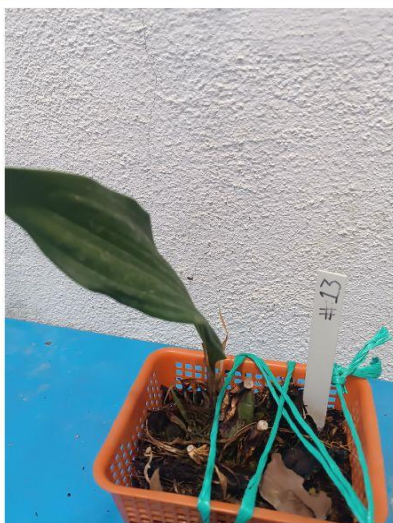
- Viccon Esquivel, J., Castañeda-Zárate, M., Castro Cortés, R., & Cetzal Ix, W. (2021). *Las Orquídeas de Veracruz*. Universidad Veracruzana. [https://www.researchgate.net/publication/379023116\\_Orquideas\\_Generalidades\\_y\\_peculiaridades](https://www.researchgate.net/publication/379023116_Orquideas_Generalidades_y_peculiaridades)
- Villafuerte Salazar, A. (2022). *Micropropagación y caracterización molecular de dos poblaciones silvestres de Laelia gouldiana Rchb. f* (Doctoral dissertation, Universidad Autónoma Chapingo).
- Villarreal-Ramírez, V. H., Mar, B. M. H., Nieto, J. J. H., Ramírez, I. G., & García, F. E. (2024). *Orquídeas del estado de Veracruz: Revisión*. Revista Biológico Agropecuaria Tuxpan, 12(2), 142–146. <https://doi.org/10.47808/revistabioagro.v12i2.583>
- Villaseñor, J. L., & Ortiz, E. (2014). *Biodiversidad de las plantas con flores (División Magnoliophyta) en México*. Revista mexicana de biodiversidad, 85, S134-S142.

## 10. ANEXOS

Memoria gráfica del proceso de cultivo *in vitro* de semillas de orquídeas rescatadas.



Memoria gráfica de la reproducción vegetativa y aclimatación de las orquídeas.



Memoria gráfica de las orquídeas en etapa de floración.

