

# Orquídeas: amenazas de su existencia, formas de conservación y protección

Candy Carranza Álvarez, Alejandra Morales López, David Guadalupe Cruz Torres, Daniel Torres Rico y Juan José Maldonado Miranda  
Universidad Autónoma de San Luis Potosí

## Resumen

Este artículo de revisión describe la significativa importancia ambiental de las orquídeas y detalla algunas de sus cruciales interacciones ecológicas, incluyendo aquellas con polinizadores y simbioses. Con la información presentada, se busca difundir el conocimiento sobre la importancia y los cuidados necesarios para la familia Orchidaceae. Además, se abordan las diversas amenazas que enfrentan, como alteraciones en su hábitat, factores bióticos, abióticos y actividades humanas. El estudio también destaca estrategias de educación ambiental a nivel global y local que se han implementado para la conservación de esta destacada familia de plantas.

**Palabras clave:** orquídeas, conservación, micorriza, ecología.

## Abstract

This review article describes the significant environmental importance of orchids and details some of their crucial ecological interactions, including those with pollinators and symbionts. With the information presented, the aim is to disseminate knowledge about the importance and necessary care for the Orchidaceae family. Additionally, it addresses the various threats they face, such as habitat alterations, biotic and abiotic factors, and human activities. The study also highlights global and local environmental education strategies that have been implemented for the conservation of this remarkable plant family.

**Keywords:** orchids, conservation, mycorrhiza, ecology

## Introducción

### DESCRIPCIÓN DE LAS ORQUÍDEAS

La familia Orchidaceae es una de las más extensas del reino vegetal, estimándose alrededor de 28500 especies distribuidas en todo el mundo. El éxito de su distribución cosmopolita se atribuye en gran parte a sus interacciones ecológicas y sus diversos hábitos de crecimiento, siendo los más comunes el desarrollo epífita, litófito y terrestre. Las orquídeas con desarrollo epífita concentran el mayor número de especies, representando más de dos tercios de todas las plantas epífitas vasculares (Adhikari et al., 2012). Las orquídeas terrestres constituyen la segunda forma de desarrollo más importante, abarcando el 30% de todas las especies. Por su parte, las orquídeas litófitas, aunque en menor presencia, presentan un rol importante en la ecología de algunos ecosistemas como los peñascos en donde fungen como microhábitat para algunos insectos (Hágsater et al., 2015).

La presencia de las orquídeas en la mayoría de los ecosistemas del planeta se atribuye al desarrollado de interacciones ecológicas con otras plantas vasculares y no vasculares (Štípková y Kindlmann, 2020), interacciones con insectos, aves, mamíferos y reptiles (Breitkopf et al., 2015), e interacciones con microorganismos como hongos y bacterias (Meng, 2019). Una de las interacciones ecológicas orquídea-planta más conocidos, pero poco estudiados en la actualidad, es la relación que desarrollan las orquídeas con distintas especies de árboles denominados forófitos y que funcionan solamente como hospederos o soporte para la planta epífita, sin considerarse

parasita, dado que no obtienen nutrientes de su forófito, pues han desarrollado adaptaciones fisiológicas que les permiten obtener agua y nutrientes del ambiente, siendo el caso del velamen formado en las raíces (Biswas et al., 2021). La polinización es el mejor ejemplo de la interacción ecológica orquídea-animal, atribuyéndose a este proceso la gran diversidad taxonómica presente en la familia Orchidaceae (Tremblay et al., 2005). La relación orquídea-polinizador es muy específica, siendo probable que estos procesos sean consecuencia de la selección natural, teniendo como ejemplo a las abejas del género *Euglossine* (Faria y Melo, 2020; Williams y Whitten, 1983). Las orquídeas juegan un papel importante en todos los ecosistemas que habitan, dado que sus diversos hábitos de crecimiento y su amplia morfología estructural han proporcionado microhábitats para que otras especies de plantas, animales y microorganismos puedan prosperar (Segovia-Rivas et al., 2018). Por el contrario, la destrucción y/o transformación de los bosques, así como los impactos ambientales han ocasionado la pérdida de algunos forófitos, asimismo, la muerte de micorrizas y polinizadores han ocasionado que dichas interacciones ecológicas se vean afectadas y pongan en riesgo la persistencia de las poblaciones de orquídeas.

### INTERACCIONES ECOLÓGICAS DE LAS ORQUÍDEAS

Para una correcta conservación de las orquídeas es necesario conocer acerca de las interacciones que desarrollan con su entorno principalmente con los polinizadores y los microorganismos, ya que estas son de gran relevancia para su desarrollo y subsistencia

Las orquídeas son conocidas por su compleja relación con otros organismos en su entorno, lo que contribuye significativamente a su conservación y reproducción. Algunas de las interacciones ecológicas más destacadas de las orquídeas incluyen:

- **Polinización especializada:** Muchas especies de orquídeas han desarrollado mecanismos de polinización altamente especializados. Cada especie de orquídea a menudo está adaptada para ser polinizada por un único tipo de polinizador, como abejas, mariposas, avispas o incluso pájaros. Las flores de las orquídeas pueden tener formas, colores y fragancias específicas para atraer a su polinizador particular.
- **Mimetismo floral:** Algunas orquídeas han evolucionado para imitar la apariencia de otros organismos, como insectos o incluso partes del entorno. Este mimetismo floral ayuda a atraer a los polinizadores específicos al engañarlos para que crean que están interactuando con un compañero o fuente de alimento.
- **Simbiosis con hongos micorrícicos:** Las semillas de muchas orquídeas no pueden germinar y desarrollarse sin la ayuda de ciertos hongos micorrícicos. Estos hongos forman una asociación simbiótica con las orquídeas, proporcionándoles nutrientes esenciales durante las etapas tempranas de su desarrollo. A cambio, las orquídeas proporcionan carbono a los hongos.
- **Relaciones con bacterias:** Algunas especies de orquídeas también establecen relaciones simbióticas con bacterias en sus raíces. Estas bacterias pueden ayudar en la fijación de nitrógeno atmosférico, proporcionando un suministro adicional de nutrientes esenciales para las orquídeas.

- **Competencia por polinizadores:** En entornos donde coexisten varias especies de orquídeas, puede haber una competencia intensa por los polinizadores. Las orquídeas deben desarrollar estrategias efectivas para atraer a los polinizadores y garantizar la transferencia de polen.
- **Adaptaciones a la polinización cruzada:** Muchas orquídeas han evolucionado para favorecer la polinización cruzada en lugar de la autopolinización. Esto promueve una mayor variabilidad genética dentro de la población y aumenta las posibilidades de adaptación a cambios en el entorno.

Entender estas interacciones ecológicas es crucial para la conservación de las orquídeas, ya que cualquier perturbación en estas relaciones puede tener un impacto negativo en la reproducción y supervivencia de estas plantas. La preservación de los hábitats naturales, la protección de los polinizadores y la gestión sostenible de las poblaciones de orquídeas son pasos importantes para garantizar su conservación a largo plazo.

## **Interacción de los factores bióticos y abióticos con las orquídeas**

Las orquídeas, siendo plantas particularmente vulnerables, se ven afectadas por una combinación de factores bióticos, abióticos y antropogénicos que comprometen su reproducción, desarrollo y conservación.

En especial, los factores bióticos desempeñan un papel crucial en la distribución y supervivencia de las orquídeas, ya que están intrínsecamente vinculados a la disponibilidad de microorganismos, según indica Fernández (2010). Los factores bióticos abarcan todos los organismos vivos y los productos de su actividad en un ecosistema, incluyendo plantas, animales, hongos, bacterias y otros microorganismos. Estos interactúan entre sí y con factores abióticos, como la luz, el agua, el suelo y la temperatura, para influir en la dinámica y el equilibrio del ecosistema.

Estos factores bióticos pueden tener un impacto significativo en interacciones ecológicas clave, como la asociación simbiótica con hongos, que desempeña un papel esencial desde la germinación de las semillas. La necesidad imperativa de un microorganismo que proporcione nutrientes durante este proceso es crucial, dada la ausencia de endospermo, un tejido nutritivo presente en las semillas de las plantas con flores, cuya función principal es proporcionar nutrientes y energía a la planta en desarrollo durante su germinación y primeras etapas de crecimiento. Este vacío de endospermo en las semillas de orquídeas se aborda mediante la asociación simbiótica con hongos, como señala Meng (2019).

En la fase adulta, estas plantas continúan beneficiándose de la relación simbiótica con los hongos, facilitando la adquisición de nutrientes esenciales para su crecimiento. Además esta asociación contribuye a su defensa contra microorganismos patógenos (Sathiyadash, 2020).

Estos descubrimientos resaltan la importancia crítica de las interacciones bióticas a lo largo de todas las etapas del ciclo de vida de las orquídeas, desde la germinación hasta la fase adulta, subrayando la necesidad de comprender y preservar estas relaciones para asegurar la salud y sostenibilidad de las poblaciones de orquídeas.

Aunque los hongos no establecen interacciones tan específicas como los polinizadores, su relevancia se destaca al reintroducir estas plantas en su entorno natural. Esto es especialmente evidente en las especies producidas mediante herramientas biotecnológicas, como el cultivo de tejidos vegetales, donde las plantas se generan en condiciones asépticas en medios de cultivo sintéticos. Esto hace que los procesos de reintroducción sean imposibles sin pasar previamente por un proceso denominado aclimatación. La aclimatación simbiótica, llevada a cabo principalmente en colaboración con hongos, contribuye a la adaptación progresiva de las funciones autótrofas de las orquídeas, incluyendo la readaptación de propiedades fenotípicas necesarias para sobrevivir en el entorno exterior. Este proceso reduce el impacto del estrés causado por condiciones variables de humedad, temperatura y estrés biótico (Morales-López, 2021).

### **La importancia de los polinizadores en reproducción de las orquídeas**

Los polinizadores desempeñan un papel fundamental en la reproducción de las orquídeas, siendo esenciales para su ciclo de vida y persistencia como especie.



La relación entre estas plantas y sus polinizadores es a menudo muy especializada y, en muchos casos, altamente específica. Aquí se describen algunos aspectos clave de la importancia de los polinizadores en la reproducción de las orquídeas:

- **Transferencia de polen:** Las orquídeas, en su mayoría, no pueden autopolinizarse y dependen de la transferencia de polen desde la flor masculina (estambre) a la flor femenina (pistilo). Los polinizadores son los agentes responsables de este transporte, llevando consigo el polen de una flor a otra.
- **Especialización en la Polinización:** Las orquídeas han evolucionado con mecanismos altamente especializados para la polinización. Sus flores exhiben estructuras adaptadas específicamente para atraer a determinados polinizadores, utilizando elementos como la forma de la flor, colores, aromas e incluso la producción de néctar. Estas adaptaciones pueden variar según el tipo de polinización, la distribución geográfica de las orquídeas y su periodo de floración (Joffard, 2019). Las orquídeas a menudo muestran una marcada especialización hacia sus polinizadores, ya sea a través de modificaciones únicas en la morfología de sus flores o atrayéndolos mediante señales químicas que prometen alimento y oportunidades reproductivas (estrategia conocida como orquídeas engañosas). La complejidad de estas señales establece una relación estrecha con sus polinizadores específicos (Givnish, 2015; De Jager, 2016). Por lo tanto, si el polinizador particular de una orquídea no está presente en la zona debido a factores bióticos o abióticos, las orquídeas pueden experimentar dificultades significativas en su capacidad de reproducción sexual, lo que resulta en una disminución sustancial de sus poblaciones.

- **Coevolución:** La relación entre las orquídeas y sus polinizadores a menudo involucra un proceso de coevolución. Los polinizadores desarrollan adaptaciones específicas para acceder a los recursos de las orquídeas, y a su vez, las orquídeas evolucionan para maximizar la eficacia de la polinización.
- **Aumento de la diversidad genética:** La polinización cruzada realizada por los polinizadores contribuye a la variabilidad genética dentro de las poblaciones de orquídeas. Esto es crucial para la adaptabilidad de la especie a cambios en el entorno y para la evolución continua. A escala local son relevantes, debido a la variación génica que proveen por la competencia que se da entre las distintas fragancias y colores de la gran diversidad de orquídeas, siendo las plantas con características iguales las que pueden contar con polinizadores similares (Junker, 2013).
- **Reproducción exitosa:** La dependencia de los polinizadores para la transferencia de polen asegura una reproducción más eficiente y exitosa para las orquídeas en comparación con la autopolinización. Esto aumenta las posibilidades de que las semillas producidas sean genéticamente diversas y tengan una mayor probabilidad de sobrevivir y adaptarse a las condiciones cambiantes.

## **Factores abióticos**

Los factores abióticos son elementos no vivos o condiciones físicas y químicas del entorno que afectan a los organismos y los ecosistemas. Estos factores incluyen componentes como la luz solar, la temperatura, la humedad, el suelo, el agua, el pH y otros elementos físicos y químicos presentes en el ambiente. Desempeñan un papel crítico en la conservación de las orquídeas (Seaton et al., 2010; Faleiro et al., 2018).

Entre los principales factores abióticos que afectan la conservación de esta especie vegetal se encuentra el cambio climático y las actividades antropogénicas o humanas. El cambio climático impacta negativamente la población de orquídeas al reducir la disponibilidad de nutrientes, la humedad, el pH y las relaciones simbióticas con hongos y polinizadores. La alteración climática disminuye la existencia de hábitats propicios para las orquídeas, lo que a su vez amplifica amenazas como la sequía, los incendios forestales y la proliferación de plantas invasoras (Gradstein 2008; Seaton et al. 2010). Entre los factores antropogénicos se encuentran la alteración directa del hábitat, la deforestación y el saqueo de orquídeas silvestres para el comercio ilegal representan amenazas significativas. Las poblaciones de orquídeas silvestres se ven afectadas por las presiones del desarrollo humano, como la transformación de tierras para la agricultura o la ganadería, así como la recolección de plantas ornamentales destinadas a la venta en mercados nacionales e internacionales (Hinsley et al., 2015; Hinsley et al., 2017). Dada su exquisita belleza y valor estético y comercial, las orquídeas son objeto de saqueo de su entorno natural, y en ocasiones vendidas a precios reducidos en mercados locales (Ramírez-Palomeque, 2017).

Este fenómeno ha resultado en la disminución y peligro de especies, como la orquídea monja blanca (*Lycaste virginalis*) y la laelia de muertos o monjitas (*Laelia anceps* ssp. *dawsonii*), así como la reducción de poblaciones de especies anteriormente abundantes México, como la orquídea azucena amarilla (*Prosthechea citrina*) y la flor de mayo (*Laelia speciosa*) (SEMARNAT-2010).

Sin embargo, incluso aquellas especies que no están catalogadas como en peligro también son vulnerables a la disminución de sus poblaciones debido a la extracción y pérdida de sus hábitats.

## **Problemas asociados a la reproducción y desarrollo de las orquídeas**

Las orquídeas se encuentran entre las plantas más vulnerables, siendo afectadas por factores bióticos, abióticos y antropogénicos, amenazando su reproducción, desarrollo y conservación.

Los factores bióticos afectan a la distribución y sobrevivencia de las orquídeas ya que se ven sujetas a la disponibilidad de microorganismos (Fernández, 2010), perjudicando las principales interacciones de las orquídeas, como la relación con hongos asociados, que desde el momento de la germinación apoyan a las orquídeas debido a que sus semillas carecen de endospermo por lo cual necesitan obligatoriamente un microorganismo que les facilite los nutrientes para que se lleve a cabo la germinación (Meng, 2019), por otra parte, en la etapa de adultez las orquídeas pueden recibir ayuda de los hongos, facilitándoles la obtención de nutrientes para su crecimiento y ayudando en su resguardo contra microorganismos patógenos (Sathiyadash, 2020). A pesar de que los hongos presentan gran importancia en la germinación y el desarrollo de las orquídeas, no llegan a establecer interacciones tan específicas como con los polinizadores, no obstante, son relevantes cuando se trata de reintroducir estas plantas

a su entorno silvestre, ya que al trabajarlas *in vitro* se mantienen condiciones estériles para su preservación, provocando que los procesos de reintroducción sean imposibles sin antes pasar por un proceso denominado aclimatación; este proceso es llevado a cabo, principalmente en conjunto con hongos (aclimatación simbiótica), ayudando en la producción de un cambio progresivo en las funciones autótrofas de las orquídeas como la readaptación de las propiedades fenotípicas necesarias para el exterior, minimizando el impacto del estrés provocado por las condiciones variables de humedad, temperatura y el estrés biótico (Morales-López, 2021).

**La importancia de los polinizadores radica principalmente en tres factores:**

1) Suelen estar especializados con ciertas orquídeas, pero esto puede variar dependiendo de la forma en que se dé la polinización, la distribución de las orquídeas y del tiempo de floración (Joffard, 2019). En estas circunstancias se podrían compartir algunos polinizadores, sin embargo, si se tiene una escasez de polinizadores y una disminución de su habilidad se encontrará un menor nicho de polinizadores afectando la reproducción de las orquídeas.

2) A escala local son relevantes, debido a la variación génica que proveen por la competencia que se da entre las distintas fragancias y colores de la gran diversidad de orquídeas, siendo las plantas con fenotipos iguales las que pueden contar con polinizadores similares (Junker, 2013).

3) Las orquídeas se encuentran demasiado especializadas para su polinizador, dado que exhiben modificaciones singulares de sus flores o cautivan a sus polinizadores mediante promesas de alimento y de reproducción por mensajes químicos (orquídeas engañosas). Debido a la complejidad de estas señales se encuentra una relación demasiado estrecha con su polinizador (Givnish, 2015; De Jager, 2016), por lo tanto, si el polinizador específico de esta orquídea no se encuentra en la zona debido a problemas bióticos o abióticos, entonces las orquídeas son incapaces de reproducirse sexualmente disminuyen en gran medida sus poblaciones.

Los factores abióticos intervienen de manera trascendental en la conservación de las orquídeas, siendo el cambio climático una de las principales amenazas para las plantas (Seaton et al., 2010; Faleiro et al., 2018), afectando drásticamente la población de orquídeas, debido a la poca disponibilidad de nutrientes, humedad, estructura del suelo, pH y afectando las relaciones simbióticas, con hongos y polinizadores. El cambio climático disminuye más la disponibilidad de un hábitat adecuado para las orquídeas, propiciando el aumento de las amenazas existentes como la sequía, incendios y propagación de malezas (Gradstein 2008; Seaton et al. 2010).



Entre los factores antropogénicos se encuentran la alteración del hábitat, la tala de árboles, y el saqueo de orquídeas silvestres para su comercio ilegal. Las poblaciones de orquídeas silvestres se ven afectadas por las presiones del desarrollo humano, como la conversión de tierras para agricultura o ganadería y la recolección de plantas de sus hábitats como plantas ornamentales para la venta en los mercados nacionales e internacionales. (Hinsley et al., 2015; Hinsley et al., 2017). Las orquídeas son plantas de flores de belleza exuberante con valor estético y mercantil, por lo que son saqueadas de sus hábitats para ser vendidas en mercados locales un bajo costo, las personas que principalmente comercializan las orquídeas silvestres se encuentran en zonas rurales, lo que genera una necesidad económica lo que conduce al saqueo excesivo de este recurso no maderable (Ramírez-Palomeque, 2017), esto ha ocasionado la escases de orquídeas y que muchas estén en categorías de peligro según la NOM-059-SEMARNAT-2010, como la orquídea monja blanca (*Lycaste skinneri*) y laelia de muertos o monjitas (*Laelia anceps*), la disminución de poblaciones de especies que solían ser abundantes en el país como la orquídea Azucena Amarilla (*Prosthechea citrina*) y la flor de mayo (*Laelia speciosa*) (SEMARNAT-2010). Sin embargo, aquellas especies fuera de la norma también son vulnerables a disminuir sus poblaciones, debido a la extracción y la pérdida de sus hábitats.

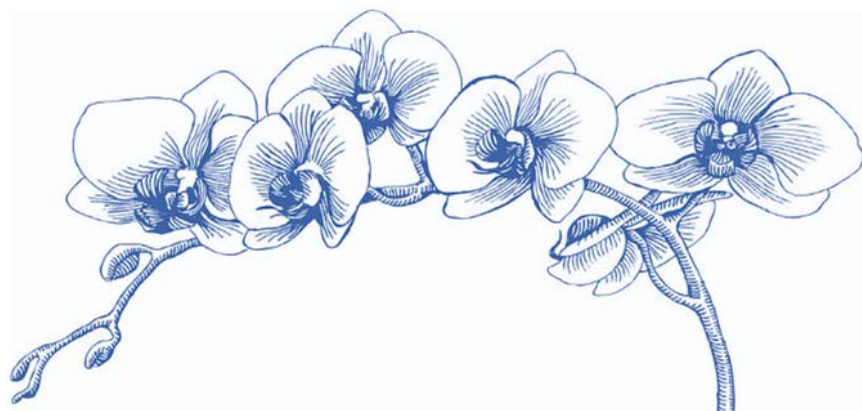
## ESTRATEGIAS PARA LA CONSERVACIÓN DE ORQUÍDEAS

Como se mencionó con anterioridad, la familia Orchidaceae presenta mecanismos de reproducción muy específico, pocas veces viables, por lo cual se han desarrollado diversas estrategias para la conservación y multiplicación de estas, dentro (in situ) o fuera de su hábitat (ex situ).

### Conservación *in situ*

Actualmente, es la mejor forma de conservación de especies, dado que mantienen y recuperan las poblaciones viables en su medio natural, preservando la capacidad de adaptabilidad y simbiosis de estas. En el caso de las orquídeas, se necesita de una ardua investigación sobre el ecosistema de la especie amenazada, junto con las interrelaciones con organismos benéficos, asimismo, la realización de estudios enfocados en las poblaciones actuales, datos demográficos, genéticos y autoecológicos (Philips et al., 2020; Liuet al., 2020)

En algunos casos, la conservación in situ no es factible dado que la velocidad de deterioro de los hábitats naturales por factores antropogénicos o la disminución drástica de las especies lo vuelve inviable, presentándose la necesidad de alternativas como la conservación ex situ como última medida para evitar la extinción definitiva (Fay, 2018).





## Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ* puede emplearse en conjunto con la conservación *in situ* o trabajarse independientemente, pero manteniendo el mismo objetivo; la recuperación y preservación de las especies fuera de sus hábitats naturales, junto con el estudio de estas y, en la mayoría de los casos, finalizando con la reintroducción en ambientes silvestres.

Entre las principales técnicas de conservación *ex situ* se encuentra el cultivo de tejidos vegetales (CTV), que en términos generales se utiliza para definir diferentes técnicas de cultivo de células, tejidos u órganos de las plantas en un medio nutritivo en condiciones asépticas, proporcionando un ambiente en el que se pueden desarrollar hasta la madurez. Dentro del CTV se encuentra la micropropagación *in vitro*, cuyo objetivo principal es la propagación clonal masiva de plantas en espacios reducidos y obteniendo tasas de multiplicación altas (Castillo-Pérez et al., 2019; Suárez-Padrón, 2020). Este método consiste en la recolección de explantes, generalmente capsulas cerradas de orquídeas, dado que las semillas presentes en ella están libres de microorganismos, facilitando su cultivo (Dolce et al., 2020). Las semillas son sembradas en medios estériles, generalmente frascos de vidrio, donde brotarán y crecerán. Por último, las plantas obtenidas pasaran por un proceso de preaclimatación y aclimatación. La finalidad de este apartado es adaptar progresivamente las plantas cultivadas *in vitro* al entorno, ya que al estar en un ambiente controlado han sufrido cambios que les impiden sobrevivir en entornos silvestres.

Otro apartado a tomar en cuenta son los viveros y jardines botánicos que actúan directa o indirectamente como medio de preservación de especies silvestres adaptándolas a entornos más similares a su hábitat natural, y por lo cual, suelen utilizarse como punto medio de adaptabilidad de plantas cultivadas *in vitro* o plantas translocadas, siendo parte importante del proceso de aclimatación y adaptación. Asimismo, los viveros y jardines botánicos pueden utilizarse para la realización de programas de investigación, educación, multiplicación y documentación de plantas (Philips et al., 2020).

Por último, se han desarrollado instituciones encargadas únicamente en la conservación de cultivares y plantas silvestres, entre las cuales se encuentran las orquídeas, y dependiendo del material almacenado recibirán el nombre de bancos de germoplasma, ADN, polen, yemas, semillas, entre otros. Los bancos son recintos diseñados para evitar la pérdida definitiva de la diversidad genética (plantas cultivadas y silvestres), ya sea por efecto de factores ambientales, físicos, biológicos, o como consecuencia de las actividades humanas (Menchaca-García y Moreno-Martínez, 2011).

## ¿QUÉ SE HA HECHO DESDE LA EDUCACIÓN AMBIENTAL PARA FOMENTAR EL CUIDADO DE LAS ORQUÍDEAS?

En México la educación ambiental se ha promovido la educación ambiental en el nivel básico a partir del Programa de Modernización Educativa 1989-1994, en donde se destacan particularidades y retos lograr una transformación sustantiva en el en la actualidad. A través de la educación ambiental se han promovido valores, principios, reglas, normas para la conservación del medio ambiente. En el 2001 la Semarnat y la SEP firmaron un convenio en donde se integra una serie de programas para generar cambios en las y los niños, adolescentes y jóvenes con relación a su entorno, y así sumar esfuerzos para proteger el medio ambiente. En materia de especies vegetales existen instituciones gubernamentales como la Semarnat y la PROFEPA que son las encargadas de la protección de plantas acorde a la normatividad vigente y sujetos al Reglamento de la Ley General de Vida Silvestre (RLGVS). Estas instituciones han implementado invernaderos que son Predios que Manejan Vida Silvestre en forma confinada, fuera de su hábitat natural (PIMVS), con la finalidad de recuperar especies en peligro de extinción mediante la propagación de especies, en peligro de extinción mediante la propagación de especies, por otra parte, las Unidades de Manejo para la Conservación de Vida Silvestre (UMA) son instalaciones registrados que operan de conformidad con un plan de manejo aprobado y dentro de los cuales se da seguimiento permanente al estado del hábitat y de poblaciones o ejemplares que ahí se distribuyen y tienen como objetivo general la conservación del hábitat natural, poblaciones y ejemplares de especies silvestres. En el municipio de Xilitla S.L.P., existe una UMA para la conservación de orquídeas de bosque tropical, la cual fue promovida por una estudiante del Programa Multidisciplinario de Posgrado en Ciencias Ambientales.

En el ámbito internacional, la principal campaña de conservación es la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Flora y Fauna Silvestres (CITES), donde se promueve la propagación de las orquídeas y su posterior comercialización, apeándose a lo establecido en la normativa, evitando afectar las poblaciones silvestres. Esta práctica contribuye a la conservación de las orquídeas, dado que promueve su propagación por parte de la población, asimismo, informa a los posibles compradores las consecuencias de la venta ilegal de las orquídeas, siendo un punto de especial enfoque, ya que un estudio enfocado en el grado de incumplimiento de la CITES entre comerciantes y consumidores finales, realizado en el 2017 por Hinsley et al, menciona que el 26% de sus encuestados, fanáticos de orquídeas, recurrieron al comercio ilegal para la obtención de orquídeas, mientras que el 40% no presentaba conocimientos acerca del CITES.

La aplicación de talleres ha demostrado ser una estrategia funcional de educación ambiental y práctica de forma internacional, informando a la población en general acerca de las orquídeas, sus amenazas y como cuidarlas (Tabla 1).



**Tabla 1.** Talleres de educación ambiental que se han realizado para la fomentar el cuidado y conservación de orquídeas.

Nombre del taller	Lugar	Referencia
Taller Internacional de Ecología de Orquídeas Tropicales Pinar del Río, Cuba	Pinar del Río, Cuba	(Estévez y Seijo, 2010)
Conservación de orquídeas en México	Veracruz, México	(Baltazar Bernal <i>et al.</i> , 2014)
El rol de hongos micorrizas en la nutrición y escala fino de distribución de orquídeas epifitas	Pinar del Río, Cuba	(Johnson <i>et al.</i> , 2017)
Marco Normativo asociado al aprovechamiento de flora nativa con énfasis en orquídeas.	Bogotá Colombia	(Rozo-Mora y Castellanos-Castro, 2017)
Taller de aprovechamiento comercial sustentable de orquídeas	Xilitla, San Luis Potosí, México	(Ramírez-Palomeque, 2017)
Inventario de las orquídeas y su importancia para el desarrollo turístico en la provincia de Manabí, Ecuador	Manabí, Ecuador	(Macías <i>et al.</i> , 2018)
Taller de conocimiento de orquídeas y estrategias de conservación	Chiapas, México	(Martínez-Meléndez <i>et al.</i> , 2020)



Figura 1. Cuarto de cultivo del Laboratorio de Biotecnología Vegetal, que alberga el cultivo in vitro de orquídeas silvestres del Humedal Ciénega de Tamasopo.

En nuestra Institución, se ha creado un área de Biotecnología Vegetal dentro del laboratorio de Ciencias Ambientales en donde se incluye un cuarto de cultivo para la conservación y estudio de las orquídeas silvestres, de interés medicinal y económico como la vainilla. Además, gracias a los trabajos que se han realizado sobre la micropropagación de orquídeas silvestres, se han organizado ferias de ciencia, talleres y conferencias relacionados con el tema de las orquídeas, así como exposición de plantas de orquídeas a niños, estudiantes de todos los niveles, y público en general. Así mismo, a través de la presentación de diferentes espacios y foros se busca difundir el conocimiento y cuidado de las orquídeas, y se ha ofrecido capacitación sobre el cultivo in vitro de orquídeas que actualmente se realiza a nivel de investigación en la Huasteca Potosina.

## Actividades realizadas para la conservación de las orquídeas



Figura 2. Taller de cuidado de orquídeas a estudiantes y población en general.



## Estrategias de educación ambiental: difusión del conocimiento de las orquídeas

La educación ambiental es una herramienta invaluable para lograr la conservación de los ecosistemas y su biodiversidad. De esta forma se puede educar para conservar y para no destruir lo que la naturaleza nos proporciona, y para conocer más sobre recursos naturales. De esta forma, la educación ambiental debe implementarse en todos los niveles de educación para multiplicar el conocimiento sobre el medio ambiente y sus recursos naturales. Una alternativa para apoyar la educación ambiental para el cuidado de las orquídeas es capacitar primero al personal con talleres, cursos, seminarios y materias disciplinarias, y así de esta manera se podrá contribuir con el cuidado y conservación de esta familia de plantas, a través de la impartición de talleres de aprendizaje en donde se dará a conocer a la sociedad, la importancia de las orquídeas y como cuidarlas. En este sentido nuestro grupo de investigación ha implementado diversos talleres como el denominado “Conocimiento etnofarmacológico de orquídeas de la Huasteca Potosina” dirigido a escuelas de educación primaria. En este curso-taller se habla acerca de las orquídeas, su distribución y las estrategias de conservación que se han aplicado, concientizando a los niños desde una edad temprana acerca de la importancia de las especies endémicas existentes en la Huasteca Potosina, en el estado y en el país. Así mismo se han realizado algunas ferias de exposición de orquídeas, talleres de pintura y de divulgación para promover la conservación de las orquídeas, y evitar el saqueo de especímenes silvestres o la compra de estos en mercados de sus localidades.



**Figura 3.** Curso-Taller “Conocimiento Etnofarmacológico de orquídeas de la Huasteca Potosina”.

Recientemente, se trabaja en el proyecto: Programa de estudio, conservación y utilización de *Vanilla planifolia* Jacks. ex Andrews para impulsar el desarrollo de la Huasteca Potosina, la transferencia tecnológica y la vinculación con el sector productivo de esta región, buscando impulsar el desarrollo de la Huasteca Potosina en vinculación directa con productores de la región. Con este proyecto se ha capacitado a personal en la elaboración de productos alternos para darle un valor agregado a la vainilla y sobre el conocimiento general de las orquídeas.



**Figura 4.** A) Productos elaborados a partir de la vainilla.  
B) Productores de vainilla en Ahuacatitla, Axtla de Terrazas, San Luis Potosí.



## Conclusiones

Las orquídeas no solo destacan en el reino vegetal por su exuberante belleza, sino que estas poseen un rol importante en el equilibrio ambiental, debido a sus amplias y estrechas relaciones ecológicas, su desaparición podría ocasionar alteraciones a los nichos ecológicos. Por lo tanto, es necesario promover más estrategias de educación ambiental entorno a su conservación desde los niveles básicos de preescolar hasta nivel profesional, y continuar con la ejecución de los diversos programas de educación ambiental y actividades extracurriculares con los que ya se cuenta para fomentar continuar divulgando el conocimiento de la riqueza natural de nuestro país en particular de las orquídeas de la Huasteca Potosina. De esta forma, se podrán adquirir los valores y las habilidades para participar en la conservación de las orquídeas. Asimismo, se debe tener en cuenta la aplicación de técnicas novedosas, haciendo uso de nuevas tecnológicas, como lo son las redes sociales, dado que facilitan la difusión de información o implementación de técnicas de conservación de orquídeas en los jóvenes, propiciando el conocimiento accesible y fácil de digerir.

## Referencias

- Adhikari, Y. P., Fischer, H. S., Fischer, A. (2012). Host tree utilization by epiphytic orchids in different land-use intensities in Kathmandu Valley, Nepal. *Plant Ecology*, 213, 1393-1412.
- Baltazar Bernal, O., Zavala Ruiz, J., Solís Zanotelli, F. Y., Pérez Sato, J. A., Sánchez Eugenio, O. (2014). Sendero interpretativo de orquídeas y bromelias en Tepexilotla, Chocamán, Veracruz. *Revista mexicana de ciencias agrícolas*, 5, 1687-1699.
- Biswas, S.S., Singh, D.R., De, L.C., Kalaivanan, N.S., Pal, R., Janakiram, T. (2021). A comprehensive scenario of orchid nutrition – a review. *Journal of Plant Nutritio*, 44, 905-917.
- Breitkopf, H., Onstein, R.E., Cafasso, D., Schlüter, P.M., Cozzolino, S. (2015). Multiple shifts to different pollinators fuelled rapid diversification in sexually deceptive *Ophrys* orchids. *New Phytol*, 207, 377–389.
- Castillo-Pérez, L.J., Martínez-Soto, D., Maldonado-Miranda, J.J., Alonso-Castro, A.J., Carranza-Álvarez, C. (2018). The endemic orchids of México: a review. *Biologia*, 74, 1-13.
- Castillo-Pérez, L.J., Carranza-Álvarez, C. (2019). ¿Cómo crecen y se relacionan las orquídeas? *Universitarios Potosinos*, 236, 18-23.
- Chuan-Ming, Y., Chung, K., Liang, C.K., Tsai, W.T. (2019). New Insights into the Symbiotic Relationship between Orchids and Fungi. *Applied Sciences* 9, no. 3: 585
- De Jager ML, Peakall R. (2016). Does morphology matter? An explicit assessment of floral morphology in sexual deception. *Functional Ecology*, 30, 537–546.
- Dolce, N.R., Medina, R.D., Terada, G., González-Arno, M.T., Flaschland, E.A. (2020). In vitro propagation and germplasm conservation of wild orchids from South America. In: Kashim, S.M., Hegde, S.N., González-Arno, M.T., Thammasiri, K. (eds). *Orchid Biology: Recent Trends & Challenges*. Springer, Singapur, Singapur.
- Estévez, A. G., Seijo, E. R. (2010). V Taller internacional de ecología de orquídeas tropicales, Pinar del Río, Cuba. *Monteverdia*, 3, 71-76. Faleiro, F. V., Nemésio, A., Loyola, R. (2018)
- Climate change likely to reduce orchid bee abundance even in climatic suitable sites. *Global Change Biology*, 24, 2272-2283.
- Faria, L.R.R., Melo, G.A.R. (2020). Orchid Bees (Euglossini). In: Starr, C. (eds) *Encyclopedia of Social Insects*. Springer, Cham.
- Fernández, K. (2010). Micorrización in vitro e in vivo de plántulas de papa (*Solanum tuberosum* var. Alfa). *Cultivos tropicales*, 31, 2-21.
- Givnish, T. J., Spalink, D., Ames, M., Lyon, S. P., Hunter, S. J., Zuluaga, A., Cameron, K. M. (2015). Orchid phylogenomics and multiple drivers of their extraordinary diversification. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282, 20151553.

## Referencias

- Hinsley, A., Nuno, A., Ridout, M., John, F. A. S., y Roberts, D. L. (2017). Estimating the extent of CITES noncompliance among traders and end-consumers; lessons from the global orchid trade. *Conservation Letters*, 10, 602-609.
- Hinsley, A., Verissimo, D., Roberts, D. L. (2015). Heterogeneity in consumer preferences for orchids in international trade and the potential for the use of market research methods to study demand for wildlife. *Biological Conservation*, 190, 80-86.
- Joffard, N., Massol, F., Grenié, M., Montgelard, C., Schatz, B. (2019). Effect of pollination strategy, phylogeny and distribution on pollination niches of Euro-Mediterranean orchids. *Journal of Ecology*, 107, 478-490.
- Johnson, L. J. A. N., Kane, M. E., Mueller, G. M. (2017). El rol de hongos micorrizicos en la nutrición y escala fino de distribución de orquídeas epífitas. In I TALLER INTERNACIONAL SOBRE FORMACIÓN FORESTAL EN PRE Y POSTGRADO.
- Junker, R.R., Blüthgen, N., Brehm, T., Binkenstein, J., Paulus, J., Schaefer, M.H Stang, M. (2013). Especialización en rasgos como base para la amplitud de nicho de visitantes de flores y como mecanismo de estructuración de redes ecológicas. *Ecología funcional*, 27, 329-341.
- Liu, H., Liu, Z., Jin, X., Gao, J., Chen, Y., Liu, Q., Zhang, D. (2020). Assessing conservation efforts against threats to wild orchids in China. *Biological Conservation*, 243, 108484.
- Macías, A. . S., Gutiérrez, K. S. R., Blandariz, S. R., González, J. F. V. (2018). Inventario de las orquídeas y su importancia para el desarrollo turístico en la provincia de Manabí, Ecuador. In Taller V. ORQUÍDEAS.
- Martínez-Meléndez, N., Martínez-Meléndez, M., Hernández-Rodríguez, J.P., Jiménez-López, D.A. (2020). Orquídeas silvestres: amenazas y acciones locales para su conservación en el Parque Nacional Lagos de Montebello y su zona de influencia, Chiapas, México. *Centro de Investigación Científica de Yucatán*, 12, 238-245.
- Menchaca-García, R.A., Moreno-Martínez, D. (2011). Conservación de orquídeas, una tarea de todos. Universidad Autónoma de Chapingo, México Meng, Y. Y., Zhang, W. L., Selosse, M. A., Gao, J. Y. (2019). Are fungi from adult orchid roots the best symbionts at germination? A case study. *Mycorrhiza*, 29, 541-547.
- Philips, R.D., Reiter, N., Peakall, R. (2020). Orchid conservation: from theory to practice. *Annals of Botany*, 126, 345-362.
- Ramírez-Palomeque, T. L. (2017). Aprovechamiento comercial sustentable de orquídeas en contextos privados y comunitarios: dos estudios de caso en Xilitla, San Luis Potosí.
- Roca, W.M., Mroginski, L.A. (1982). Establecimiento de cultivo de tejidos vegetales. In: Roca, W.M., Mroginski, L.A., Cultivo de Tejidos en la Agricultura Fundamentos y Aplicaciones, Centro Internacional de Agricultura Tropical, Cali, pp 1-18.

## Referencias

- Rozo-Mora, M. C., Castellanos-Castro, C. (2017). Memorias del taller de socialización-actividad 1-Marco Normativo asociado al aprovechamiento de flora nativa con énfasis en orquídeas.
- Sathiyadash, K., Muthukumar, T., Karthikeyan, V., Rajendran, K. (2020). Orchid mycorrhizal fungi: structure, function, and diversity. In: Khasim, S., Hegde, S., González-Arno, M., Thammasiri, K. (eds) *Orchid biology: recent trends & challenges*. Springer, Singapore, pp 239-280.
- Seaton, P.T., Hu, H., Perner, H., Pritchard, H.W. (2010). Ex situ conservation of orchids in a warming world. *The Botanical Review*, 76, 193–203.
- Segovia-Rivas, A., Meave, J. A., González, E. J., Pérez-García, E. A. (2018). Experimental reintroduction and host preference of the microendemic and endangered orchid *Barkeria whartonia* in a Mexican Tropical Dry Forest. *Journal for Nature Conservation*, 43, 156-164.
- Semarnat (2010). NOM-059-SEMARNAT-2010 “Protección ambiental-Especies nativas de México de flora y fauna silvestres-Categorías de riesgo y especificaciones para su inclusión, exclusión o cambio-Lista de especies en riesgo”. Diario Oficial de la Federación. México.
- Štípková, Z., Kindlmann, P. (2020). Factors determining the distribution of orchids – a review with examples from the Czech Republic. *European Journal of Environmental Sciences*, 11, 21-30.
- Suárez-Padrón, I.E. (2020). *Cultivo de Tejidos Vegetales*. Fondo Editorial Universidad de Córdoba, Montería, Colombia.
- Tremblay, R.L., Ackerman, J.D., Zimmerman, J.K., Calvo, R.N. (2005). Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification. *Biological Journal of the Linnean Society*, 84, 1–54.
- Vereecken, N. J., Dafni, A. y Cozzolino, S. (2010). Pollination syndromes in mediterranean orchids —Implications for speciation, taxonomy and conservation. *The Botanical Review*, 76, 220–240.
- Williams, N.H., Whitten, W.M. (1983). Orchid floral fragrances and male Euglossine bees: Methods and advances in the last sesquidecade. *Biol Bull*, 164, 355–395.