



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES IZTACALA

“EL GÉNERO *Laelia*: IMPORTANCIA Y  
CONSERVACIÓN”

**T E S I S A**  
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
**BIÓLOGO**

**P R E S E N T A**  
**LARISSA FERNANDA FLORES HERNÁNDEZ**

**DIRECTOR**  
**BIÓL. MARCIAL GARCÍA PINEDA**



Los Reyes Iztacala, Estado de México.  
Octubre de 2011.



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

# AGRADECIMIENTOS

---

A mis padres, quienes al manifestar su apoyo, amor y comprensión a lo largo de mi vida han logrado brindarme la oportunidad de que descubra poco a poco quién soy, enseñándome a creer que tengo la capacidad de llegar hasta donde yo misma lo permita. Les agradezco profundamente que me proporcionaran parte de las herramientas necesarias para concluir esta etapa; cruzar la meta que traza el final de un periodo pero involucra a su vez el inicio de mi preparación y desempeño profesional.

A mi padre (t), la persona que más impacto ha tenido en mi vida, le agradezco regalarme parte de la fortaleza que siempre reflejo, porque sé que inclusive ahora que no está presente en cuerpo, me brinda el amor y apoyo incondicional que siempre me dio en vida. Por amarme como lo hizo y permitirme crecer con tanta libertad y confianza, le comparto con dedicación especial este y los logros venideros.

A mi madre, mi acompañante incesante durante este largo viaje, quien me ha permitido aprender de mis propios errores y enseñado el valor de la independencia. Por recordarme que no existe un manual de reglas para la vida y el amor, por apoyarme incondicionalmente y mostrarme que siempre existe más de un camino a elegir, le agradezco y dedico con amor de todo corazón este logro personal.

A mis hermanos:

Rodrigo, quien a pesar de la distancia, las mutuas ausencias y breves visitas siempre ha estado al pendiente de los pasos que doy, tanto para ayudarme a salir de los tropiezos así como para celebrar mis triunfos. Pues sé que aunque son pocas las palabras nos damos, siempre está ahí para recordarme que más allá de lo que otros piensen o hablen, lo realmente importante es que siga al corazón.

Diego, mi mejor amigo, mi cómplice y escucha sin límite de horario, le agradezco infinitamente el apoyo que me ha dado desde que tengo uso de memoria. Por ser uno de los pilares de inspiración más importantes en mi vida y enseñarme que siempre

puede llegarse más lejos de lo que imagina. Agradecimiento especial por la revisión y contribución al término de este trabajo, sin las cuales no lo habría logrado.

A mis queridos amigos: Filadelfia por recordarme cuan maravillosa es la vida cuando comienzo a olvidarlo, Saúl quien sin el mayor esfuerzo sabe darme ánimos para levantarme y seguir, Lola por escuchar mis silencios y ayudarme a encontrar el camino a casa cuando lo he perdido, Erika por ser la hermana que me acompaña desde hace tiempo en todo momento, Humberto quien me ha sabido escuchado, apoyado y amado tal cual soy, siempre buscando la forma de hacerme sonreír, Jaime y Rous por aprender a ser grandes amigos conmigo y apoyarme durante este sorprendente recorrido. Porque sin la amistad, tiempo y consejos que me han regalado, este trabajo no tendría el mismo valor.

A los amigos de la facultad: Manuel, Tomás, Fatima, Blanca, Rbk, Kike y Roberto por recordarme con constancia que la diversión también es parte fundamental de la vida...

A la Universidad Nacional Autónoma de México, la máxima casa de estudios del país, le agradezco sinceramente el darme la oportunidad de formar parte de ella y desarrollarme profesionalmente en lo que más me apasiona. A la Facultad de Estudios Superiores Iztacala, mi segundo hogar. Por ser el lugar donde comencé a cultivar mis sueños, los que ahora comienzo a cosechar.

A mi director de tesina, Marcial García Pineda por manifestar su confianza en mí durante la realización de este trabajo, la comprensión y apoyo que me sigue brindando. A mis sinodales Edith López Villafranco, Leonor Ana Maria Abundiz Bonilla, Patricia Jacquez Rios y Antonio Edmundo Cisneros Cisneros por la confianza, dedicación y tiempo brindado; por ayudarme a mejorar este trabajo con cada una de sus revisiones, comentarios y sugerencias. Un agradecimiento especial a Eduardo Reyes Duarte por tomarse el tiempo para aconsejarme durante la realización de este trabajo y brindarme su amistad.

Gracias a todas aquellas personas que en algún momento se cruzaron en mi existencia, a las que aun siguen presentes y constantes a mi lado, a las que por alguna razón dejaron de estar así como también a las que están por llegar.

## RESÚMEN

---

El género *Laelia*, con un total de 11 especies, es endémico de nuestro país, y se encuentra en una gran variedad de nichos ecológicos. Debido al alto valor ornamental y cultural que se les atribuye, las flores se han utilizado durante siglos en las festividades según la época de floración de cada especie. Sin embargo, *Laelia* como el resto de orquídeas, presentan ciertas dificultades para su propagación de forma natural debido a que poseen bajas tasas de crecimiento y poco reclutamiento de nuevos individuos en condiciones naturales, entre otros factores, aunado al hecho de que son un excelente ejemplo en donde innumerables especies han sido llevadas a la extinción en consecuencia de actividades humanas entre otras causas, como características propias de la familia como su singular ciclo de vida. No obstante, es posible disminuir este tiempo e incrementar las poblaciones a través de modernas técnicas biotecnológicas de cultivo y conservación, de forma *ex situ* e *in situ*, suministrando las condiciones adecuadas y los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo. En este contexto y como parte de la búsqueda de mejorar los métodos de conservación y propagación del género *Laelia*, en este trabajo se dan a conocer los resultados de una investigación bibliográfica exhaustiva en relación a los ensayos prácticos realizados anteriormente sobre lo referente a diversas técnicas y variantes en el cultivo *in vitro*, *ex vitro* y proceso de aclimatización. Con el propósito de promover la información adecuada para una mejorar en la conservación del género *Laelia*, se realizaron propuestas integrales en base a los ensayos revisados. Las técnicas de conservación *ex situ* e *in situ* expuestas detallan las ventajas y desventajas para el género *Laelia*. La solución adecuada es la integración de ambos tipos de conservación, ya que se puede definir un método único, por lo que en la actualidad el conjunto de técnicas de conservación *in situ* y *ex situ*, deben considerarse medios complementarios, no excluyentes, para lograr el objetivo común de preservar los recursos orquideológicos del país, como parte esencial de una estrategia global para la conservación de la biodiversidad.

# ABSTRACT

---

The genus *Laelia*, a total of 11 species, is endemic in our country, and is in a great variety of ecological niches. Due to the high ornamental value and cultural attributed to them, flowers have been used for centuries in the festivities as the flowering season of each species. However, like the rest of *Laelia* orchids have certain difficulties to spread naturally because they have low growth rates and low recruitment of new individuals in natural conditions, coupled with the fact that they are an excellent example in where many species have been driven to extinction by human activities, among other causes, such as characteristics of the family and its unique life cycle. Still, it is possible to reduce the time of growing and increasing the populations through modern biotechnology techniques of cultivation and *ex situ* and *in situ* conservation providing the right conditions and nutrients needed for growth and development. In this context and as part of the search for improved methods of conservation and propagation of the genus *Laelia*, this paper discloses the results of an exhaustive literature search in relation to earlier work on field trials with respect to various techniques and variants in the culture *in vitro*, *ex vitro* acclimatization process. In order to promote adequate information for improving the conservation of the genus *Laelia*, comprehensive proposals were made based on the trials. The techniques of *ex situ* and *in situ* exposed detailing the advantages and disadvantages applied to the genus *Laelia*. The right solution is the integration of both types of conservation, since you can define a single method, so now all the techniques of conservation *in situ* and *ex situ*, should be considered a complementary, not exclusive, to achieve common goal of preserving the country's orchids resources as an essential part of an overall strategy for the conservation of biodiversity.

# ÍNDICE

---

AGRADECIMIENTOS .....	ii
RESÚMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ÍNDICE .....	vi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	vii
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMÁTICA EN EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL GÉNERO <i>LAELIA</i> .....	3
OBJETIVOS .....	11
OBJETIVO GENERAL .....	11
OBJETIVOS PARTICULARES .....	11
JUSTIFICACIÓN .....	12
EL GÉNERO <i>LAELIA</i> .....	13
ORIGEN DEL GÉNERO <i>LAELIA</i> Y SUS RELACIONES.....	13
HÁBITAT, DISTRIBUCIÓN Y ECOLOGÍA DE <i>LAELIA</i> .....	17
ASPECTOS BOTÁNICOS DEL GÉNERO .....	20
ESPECIES DEL GÉNERO <i>LAELIA</i> , USOS E IMPORTANCIA EN MÉXICO.....	23
REGULACIÓN Y NORMATIVIDAD EN MÉXICO .....	27
ESTUDIOS SOBRE CONSERVACIÓN DE <i>LAELIA</i> .....	30
MÉTODOS DE CONSERVACIÓN .....	47
EL CONCEPTO DE CONSERVACIÓN.....	47
CONSERVACIÓN <i>IN SITU</i> .....	48
CONSERVACIÓN <i>EX SITU</i> .....	51
PROPUESTAS DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE <i>LAELIA</i> .....	56
CONCLUSIONES .....	66
LITERATURA CITADA .....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

<i>Figura 1. Esquema de la flor de una orquídea, con sus principales elementos. ....</i>	<i>5</i>
<i>Figura 2. Un vendedor de “calaveritas” en Chiapas, Guerrero. ....</i>	<i>9</i>
<i>Figura 3. Clasificación taxonómica del Género Laelia. ....</i>	<i>13</i>
<i>Figura 4. Morfología de Laelia: 1 = pseudobulbos, 2 = rizoma, 3 = hoja, 4 = inflorescencia, 5 = bráctea, 6 = sépalos, 7 = pétalos, 8 = labelo, 9 = lóbulos laterales del labelo, 10 = lóbulo medio del labelo, 11 = quillas (callo), 12 = garganta, 13 = ovario, 14 = columna, 15 = antera, 16 = estigma, 17 = polinario, 18 = capsula (fruto). .....</i>	<i>22</i>
<i>Figura 5. Flor de Laelia autumnalis.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 6. Un ejemplar Laelia gouldiana.....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 7. Laelia anceps subsp. dawsonii f. chilapensis, la forma más común cultivada. .....</i>	<i>25</i>
<i>Figura 8. Laelia albida, ejemplar de Oaxaca exhibiendo el color más común de esta especie.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 9. Laelia furfuracea, una forma más oscura.....</i>	<i>26</i>
<i>Figura 10. Un racimo de Laelia eyermaniana, mostrando un espesamiento característico en el ápice de los sépalos en los botones florales. ....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 11. De Chiapas, un racimo de Laelia superbiens.....</i>	<i>27</i>
<i>Figura 12. Ejemplar de Laelia speciosa, una forma y color comunes en esta especie. ....</i>	<i>27</i>



# ÍNDICE DE TABLAS

---

<i>Tabla 1 Periodos de florecimiento en laelias mexicanas. ....</i>	<i>20</i>
<i>Tabla 2. Trabajos sobre micropropagación de Laelia y Cattleya .....</i>	<i>32</i>
<i>Tabla 3. Trabajos sobre factores ambientales y fitoreguladores en proceso germinativo de semillas de Laelia.....</i>	<i>35</i>
<i>Tabla 4. Trabajos sobre sales basales y sus derivados, en la germinación y desarrollo in vitro de plantas del género Laelia y Cattleya. ....</i>	<i>40</i>
<i>Tabla 5. Trabajos sobre desarrollo vegetativo y etapa ex vitro de Laelia y Cattleya con distintos tipos de sustratos y condiciones ambientales. ....</i>	<i>46</i>

# INTRODUCCIÓN

---

Dentro de las plantas que representan la cúspide de procesos evolutivos y ecológicos del reino vegetal residen las orquídeas, debido a que exhiben modificaciones en estructuras vegetativas y florales así como mecanismos de polinización altamente especializados y complejidad floral, característicos de esta familia que les ha permitido aprovechar los recursos que se encuentran a su alcance y ocupar gran variedad de nichos. (IUCN/SSC, 1996; Ospina, 1996).

Se estima que entre el 10% y 15% de los géneros y 54.2% de las especies de plantas vasculares de México son endémicas (Magaña & Villaseñor, 2002), siendo Orchidaceae una de las familias más ricas en endemismos en América. De las 20, 000 a 30, 000 especies de orquídeas que se reportan a nivel mundial (Dressler, 1993; Espejo, *et al.* 2002; Hágsater *et al.*, 2005), México cuenta con aproximadamente 1,300 especies y subespecies mexicanas descritas, distribuidas en 170 géneros, de las cuales el 40% son endémicas (Soto, 1996; Soto & Salazar, 2004).

Desafortunadamente, la alteración y destrucción del hábitat, causadas principalmente por actividades humanas, tales como deforestación, erosión de suelos, reducción y fragmentación de hábitats así como la extracción ilegal de orquídeas silvestres para su comercio, hace que varias especies de orquídeas en México estén consideradas en peligro de extinción (Hágsater *et al.*, 2005). En los dos últimos siglos se han extinguido varias especies de orquídeas en México y a partir de 1998 han desaparecido al menos 22 (Hágsater *et al.*, 2005). La Norma Oficial Mexicana NOM-059-ECOL-2001 incluye a la familia Orchidaceae y a todas sus especies como amenazadas y en peligro de extinción (SEMARNAT, 2002).

El hecho de que un gran número de especies se encuentren en alguna categoría de riesgo, ha sido motivo de interés por recuperar, proteger y conservar poblaciones silvestres mediante la planeación de propuestas para un aprovechamiento y manejo adecuado, además de realizar estudios para incrementar los conocimientos sobre la ecología y biología de estas especies, mejorando así, los métodos de propagación.

El género *Laelia*, con un total de 11 especies, es endémico de nuestro país, y se encuentra en una gran variedad de nichos ecológicos. Desde hace algunas generaciones en el pasado, en México se han cultivado tradicionalmente especies como *L. albida*, *L. anceps*, *L. gouldiana*, *L. autumnalis* y *L. furfuracea*, y debido al alto valor ornamental y cultural que se les atribuye, las flores se han utilizado durante siglos como parte de las ofrendas en las festividades de Día de Muertos o en algunas otras festividades populares según la época de floración de cada especie, tales como el día de la madre, día de muertos, de la virgen de Guadalupe, entre muchos otros.

Sin embargo, las orquídeas, entre ellas *Laelia*, presentan ciertas dificultades para su propagación de forma natural debido a que poseen bajas tasas de crecimiento y poco reclutamiento de nuevos individuos en condiciones naturales, entre otros factores. Sumado a esto, es bien conocido el largo periodo de tiempo que se requiere para su propagación: establecimiento, desarrollo y floración de las orquídeas. No obstante, es posible disminuir este tiempo e incrementar las poblaciones a través de modernas técnicas biotecnológicas de cultivo y conservación, de forma *ex situ* e *in situ*; suministrando las condiciones adecuadas y los nutrimentos necesarios para su crecimiento y desarrollo.

La conservación *in situ* de la diversidad biológica se realiza en las áreas en que ésta ocurre naturalmente, procurando mantener la diversidad de los organismos vivos, sus hábitats y las interrelaciones entre los organismos y su ambiente (Spellerberg & Hardes, 1992). Mientras que la conservación *ex situ*, en cautiverio o en colecciones, es la aplicación de una amplia variedad de recursos, técnicas e infraestructuras especializadas que contribuyen a la recuperación y sobrevivencia de individuos o poblaciones fuera de su hábitat natural.

# PROBLEMÁTICA EN EL MANEJO Y CONSERVACIÓN DEL GÉNERO *Laelia*

---

Por lo general, cuando se habla acerca de las distinciones características en las orquídeas en reducidas ocasiones se relacionan las causas de éstas con los hábitats únicos donde se desarrollan y con los requerimientos de sus respectivos polinizadores. La especialización ecológica no solo ha contribuido a la gran diversidad de especies en la familia Orchidaceae, sino también al alto nivel de amenaza de este grupo (Cribb *et al.*, 2003). Sin embargo, es la complejidad de la especialización ecológica lo que hace a las orquídeas, modelos ideales para el desarrollo y prueba de estrategias de conservación.

Un reto significativo en la conservación de orquídeas es que a pesar de ser el segundo grupo vegetal con mayor riqueza de especies, luego de las compuestas (Asteraceae o Compositae), no hay casos en donde estos organismos se encuentren vinculados con “servicios” particulares dentro de grandes ecosistemas. Dentro de tales servicios se considera la limpieza del agua, del aire y el establecimiento de suelos productivos que tienen un valor de trillones de dólares en un sentido global (Schwartz *et al.*, 2000), mismos que pueden relacionarse con la biodiversidad de planeta. Beneficios económicos tangibles surgen cuando, por ejemplo, los bosques que rodean embalses contribuyen a la purificación del agua o las abejas contribuyen a la polinización exitosa en cultivos (Kennedy, 2006), mientras que en el caso de las orquídeas, debido su limitada posición como “usuarios” netos en servicios de ecosistemas, son por sí mismas incapaces de contribuir directa y significativa al estado global de los ecosistemas. El debate por la conservación de orquídeas por lo tanto reside en su valor intrínseco como bioindicadores y sistemas de alerta temprana de la salud de ecosistemas, así también como herramientas de investigación para la elaboración de estrategias efectivas de conservación.

La familia de las orquídeas siendo una de las más extensas de plantas con flores, con relevante importancia debido a su rareza y belleza cuya atención tienen horticultores y/o coleccionistas, es un excelente ejemplo en donde innumerables especies han sido llevadas a la extinción en consecuencia de actividades humanas entre otras causas, como características propias de la familia como su singular ciclo de vida (Ávila y Oyama, 2007).

La orquideoflora mundial está bajo constante riesgo principalmente como respuesta de procesos antropogénicos que amenazan con seguir limitando la distribución, abundancia y diversidad en poblaciones de determinadas especies con mayor vulnerabilidad. Procesos o factores que influyen indirectamente, tales como es el aumento de la susceptibilidad a las amenazas de incendios, la salinización y desertificación de suelos (Sahagian, 2000), la disminución de polinizadores y la introducción de animales salvajes (Koopowitz, 2001; Cribb *et al.*, 2003; Koopowitz *et al.*, 2003; Sosa y Platas, 1998; Coates y Dixon, 2007).

Dichos procesos tienden a acelerar cambios en el ambiente, provocando un impacto negativo en las condiciones requeridas para la sobrevivencia y proliferación de poblaciones vegetales (Sahagian, 2000). Uno de los factores que afecta directamente el estado natural de las orquídeas de México es principalmente la alteración y destrucción del hábitat en consecuencia de sobrecolectas exhaustivas disminuyendo la cantidad y el volumen de poblaciones silvestres, con el objeto de satisfacer la demanda comercial a causa del alto valor ornamental que las caracteriza. Dicho comercial ilegal ha ido en aumento a partir de mediados del siglo XX, mostrando como consecuencia en algunos casos, no solo la considerable disminución de poblaciones si no la extinción de poblaciones enteras (Bechtel *et al.*, 1981; IUCN/ SSC Orchid Specialist Group, 1996; Ospina, 1996; Hágsater y Soto, 2001).

La extracción de flores ha traído severas consecuencias en la producción de semillas de las poblaciones silvestres e incluso en algunos sitios, éstas han ido declinando ya que el reclutamiento de nuevos individuos es nulo (Hernández, 1992). En un gran número de mercados públicos en todo México existe una venta masiva de orquídeas colectadas ilegalmente, en donde es posible encontrar especies en peligro de extinción, por lo que, esta actividad se ha convertido en una de las principales causas de la disminución del número de individuos y poblaciones de las especies de orquídeas mexicanas (Hágsater & Soto, 2001; Salazar, 2003). En muchas ocasiones el uso que se le da a estas especies es únicamente durante el periodo de floración, una vez que la flor se marchita, es muy frecuente que la planta sea desechada. En otras ocasiones el poco conocimiento que los pobladores aledaños tienen sobre el cultivo de las plantas, hace casi imposible la sobrevivencia de la misma. Sumado a lo anterior, los factores propios de esta familia: baja tasa de crecimiento, ciclos de vida relativamente largos, escaso reclutamiento de nuevos

individuos en condiciones naturales y el hecho de que muchas especies habitan zonas poco extensas a causa de su endemismo, han ocasionado un restablecimiento de poblaciones silvestres, lento o prácticamente nulo dando como resultado que en México más del 10% de las orquídeas estén en riesgo de extinción (CONANP, 2003; Suárez, 2006; Sosa y Platas, 1998; Ávila y Oyama, 2007).

Las orquídeas mexicanas son bien conocidas por poseer un grupo importante de especies para cultivo y comercio debido a la estructura, complejidad y belleza que caracteriza las flores de estas plantas (Fig. 1). Sin embargo, nuevas especies se han ido agregando gradualmente a la lista conforme el conocimiento ha ido mejorando a través de la exploración y el estudio de nuevas regiones y plantas durante los últimos 45 años. Interesantemente, esto ha aumentado el número de especies conocidas a aproximadamente 1,200, aunque no todas éstas son utilizables para propósitos hortícolas.

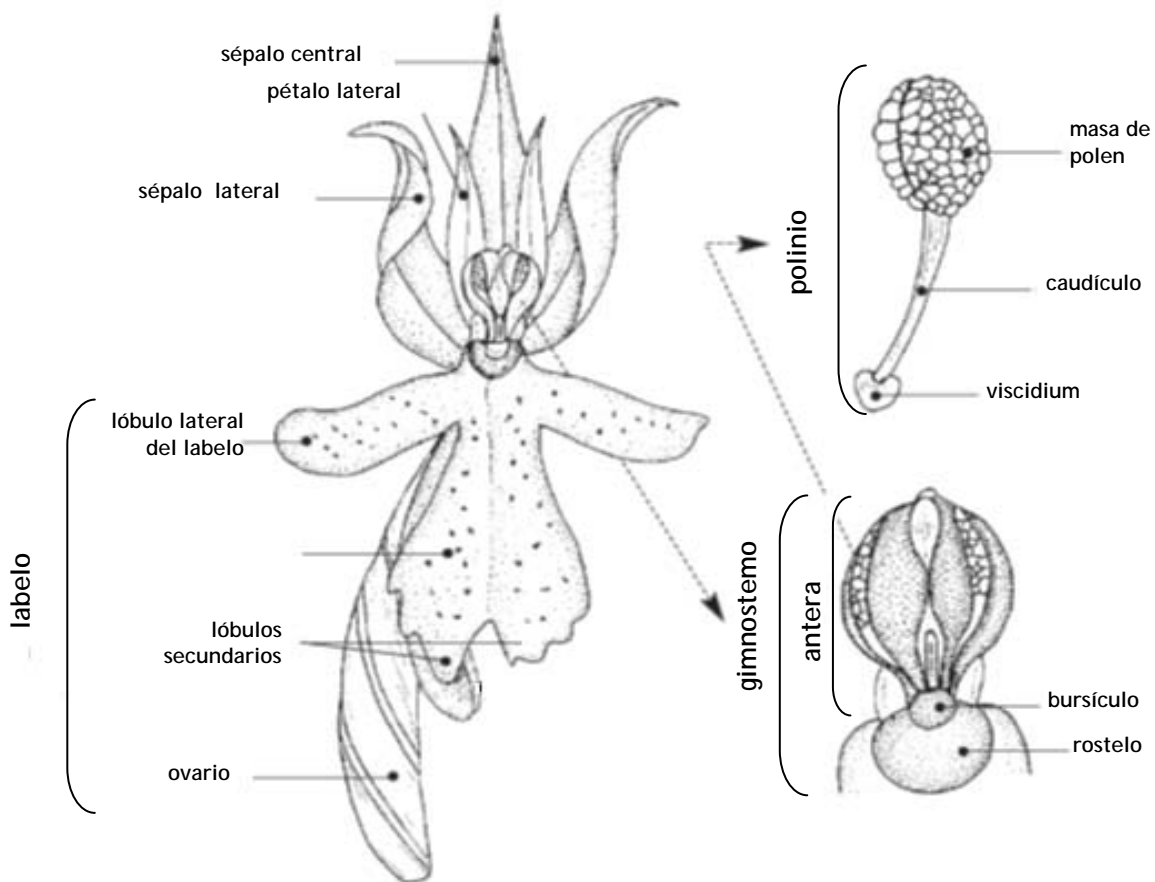


Figura 1. Esquema de la flor de una orquídea, con sus principales elementos.

En México la alteración del hábitat y la sobrecolecta de orquídeas ha conducido a que 182 especies de orquídeas se encuentran dentro de algún estatus de conservación; se considera que una especie está extinta en el medio silvestre, 16 en peligro de extinción, 58 amenazadas y 107 sujetas a protección especial (SEMARNAT, 2002). Siendo así que cuatro especies de *Laelia*, se encuentran dentro de alguna de las siguientes categorías: en peligro de extinción, amenazada, bajo protección especial o extintas en su hábitat natural. Dichas especies son *Laelia anceps dawsonii*, *Laelia superbiens* (no endémica) *Laelia speciosa* y *Laelia gouldiana*.

Entre los géneros de orquídeas que presentan especies con un elevado valor ornamental se encuentran: *Laelia* (por sus flores grandes y espectaculares), *Oncidium* (por la belleza de sus inflorescencias y la potencialidad de crear híbridos), *Rhyncho스테le* (por la belleza de sus flores), *Encyclia* (por la sencillez de las mismas) y *Stanhopea* (por la rareza y extravagancia de sus flores) (Jiménez *et al.*, 1998).

El género *Laelia* tiene origen por la especie *L. speciosa* (inicialmente conocida como *L. majalis*), representado en México por once especies y dos subespecies. Algunas de ellas, como *L. albida* y *L. anceps* han sido por largo tiempo, empleadas para procesos de hibridación. En cuanto a este género, probablemente no hay otro en el país que sea tan ampliamente usado de tal forma. Pues debe considerarse, el uso tradicional de corte de flor de las especies que lo conforman. Las especies *Laelia albida*, *L. autumnalis*, *L. gouldiana*, *L. speciosa* y la subespecie *L. anceps dawsonii* f. *dawsonii* son empleadas en festividades religiosas. Estas tradiciones han sido seguidas por muchas generaciones, como resultado de la fusión de costumbres antiguas y coloniales.

Las orquídeas de *Laelia* son una muestra clara de la interrelación que existe entre hombre y planta, donde se ponen de manifiesto usos ornamentales, medicinales y muchas veces mágico-religiosos y debe tenerse cuidado cuando la utilidad de un recurso biótico es regida por sus características físicas y por su entorno cultural, siendo de esta manera importante generar acciones para su conservación, en este caso en particular, al ser especies endémicas del país.

*Laelia gouldiana* así como la subespecie *L. anceps dawsonii* f. *chilapensis*, aparentemente ya no se encuentran en campo, al menos en algunas localidades, pero en cambio si en pocos pueblos. Quizás estas orquídeas son dos de los ejemplos más críticos, descritos en los estados de Hidalgo y Guerrero, respectivamente. Se encuentran incluidas en alguna de las categorías de riesgo perteneciente a la NOM-059-ECOL-2010 así también, como *L. speciosa* y *L. superbiens* (no endémica de México). En el caso particular de *L. gouldiana*, parece que recientemente no se han encontrado colecciones silvestres, por lo que está considerada como extinta en su hábitat natural.

La situación actual por la que atraviesa el género *Laelia*, endémico de México, ha provocado y puede seguir provocando un desequilibrio de carácter ecológico, lo cual biológicamente hablando, significa la desaparición irreversible de genotipos que son el resultado de un proceso evolutivo desarrollado durante millones de años, e implica también una reducción en las probabilidades de utilización de la variabilidad vegetal (Álvarez, 1993).

A pesar que se han propagado ejemplares de *Laelia* fuera de su hábitat natural, por instituciones de investigación y educación, así como por lugareños quienes tradicionalmente han cumplido con la función de cultivarlas en parte para obtener ingresos, al comercializarlas en sus localidades de origen (Hágsater *et al.*, 2005); dicho cultivo ha resultado insuficiente para satisfacer la demanda de orquídeas que hay en el mercado debido a que este tipo de cultivo convencional o vegetativo (separación de pseudobulbos) es muy lento, razón por la cual se siguen depredando poblaciones naturales de otras orquídeas del género *Laelia*, provocando su desaparecimiento hasta llegar a un punto irreversible, como la extinción (Hágsater *et al.*, 2005).

El cultivo convencional de orquídeas es sólo una opción y debe de regularse para que no se obtengan las plantas de poblaciones silvestres, por lo que se deben desarrollar estrategias para la conservación *ex situ* e *in situ* de orquídeas. En la práctica existen barreras a la exportación de especies nativas propagadas en viveros, poniendo fin a cualquier iniciativa de comunidades y viveristas dispuestos a dedicarse al cultivo de orquídeas con fines de comercialización. Lejos de imponer limitaciones legales al cultivo de especies en peligro de extinción, el gobierno del país debe fomentar la propagación y el cultivo por métodos



apropiados y legales, para obtener el mayor número de plantas con el fin de conservar y comercializar nacional e internacionalmente ejemplares de un género de orquídeas considerado de los más hermosos y valiosos a nivel mundial, *Laelia*. México debe aprovechar sus recursos y climas óptimos, para colocarse en este mercado, que en el ámbito global es muy grande (Hágsater *et al.*, 2005).

Un país con un incremento poblacional importante cuyo impacto recae en sus recursos y economía, sugiere urgente el inicio de dirigir esfuerzos hacia la conservación de orquídeas. Parte de esta preocupación se puede detectar en forma de normas oficiales o leyes como la NOM-059-ECOL y otras medidas; pero por sí mismas no es suficiente. Inclusive tratados internacionales como CITES, el cual no trata respecto a conservación sino sobre el comercio internacional, no puede resolver los problemas de conservación internos situados dentro de cada país. En cambio, de un modo contundente, cada país tiene que resolver sus respectivos problemas de conservación de acuerdo a las condiciones locales para especies particulares. Esto implica un entendimiento profundo en relación a lo que caracteriza las especies a tratar en cuestión.

La conservación de orquídeas no es una tarea fácil y principalmente en países tropicales como México, en los que se encuentran la mayor diversidad de especies, usualmente es también donde la problemática es más grave. El éxito en la conservación depende en gran medida de la información científica disponible de las especies y ecosistemas que se quieran conservar, así como del nivel de comunicación entre los científicos y los manejadores de los recursos (Soulé, 1986; Schemske *et al.*, 1994). El establecimiento de estrategias de conservación deben conjuntar diversos enfoques y estudios que integren información básica y aplicada (Cibrián, 1999).

En este contexto, la conservación y uso sustentable de germoplasma valioso se ha planteado como una medida inaplazable y prioritaria; la conservación se puede englobar en dos grandes puntos: se ha intentado realizar una efectiva conservación *in situ* a través del mantenimiento de áreas naturales protegidas, realizando programas de recuperación de especies, restauración de hábitats, control de especies invasoras y manejo de poblaciones de plantas y ecosistemas. Sin embargo, cuando lo anterior no es posible llevar a cabo con éxito, o se pretende reforzar los esfuerzos realizados, se puede recurrir a la conservación

*ex situ*; en este sentido los jardines botánicos y otras instituciones de investigación, tienen una importante función, buscando rescatar el germoplasma amenazado mediante el mantenimiento de colecciones vivas, estableciendo bancos de semillas, suministrando material para diferentes propósitos con el fin de eliminar o reducir la presión de colecta de que son objeto, cultivando aquellas especies con semillas recalcitrantes que no pueden ser mantenidas en bancos de semillas y a través de la propagación y multiplicación a través de las técnicas de cultivo de tejidos (Wyse, 2001).



Figura 2. Un vendedor de "calaveritas" en Chiapas, Guerrero.

Uno de los problemas que se observa en el manejo de conservación de orquídeas es que no se ha logrado realizar una integración de la totalidad de partes que se ven afectadas directamente con la disminución de dicho recurso. Se debe realizar un estudio integral a fondo donde se considere la aplicación de las experiencias y conocimientos de las personas que se encuentran en contacto directo con el género *Laelia* en ambientes naturales, junto con los propósitos y metas de estudio e investigación para su conservación. Es importante dejar de tomar un manejo individual de las piezas como si fueran parte de un rompecabezas distinto, pues es importante ensamblar las disposiciones oficiales que rigen el manejo del género y las posibles aplicaciones y métodos de propagación del mismo, según las investigaciones que hasta ahora se han hecho.

El problema más grande y difícil de resolver es comprometer a aquellas personas que se ocupan del comercio de especies (Fig. 2.), en una actividad productiva dentro de un ámbito legal, el cual pueda ser monitoreado con ayuda privada, oficial o institucional. Lo cual realmente es posible. De otro modo, el problema de comercio ilegal de orquídeas solo aumentará y como resultado un mayor número de poblaciones y especies desaparecerán. Según se observa, otra parte importante de la problemática relacionada con este tema es la educación ambiental, a distintos niveles, incluida la básica. La población del país necesita comprender sobre todo la codependencia e impacto ambiental que el ser humano

ejerce sobre las orquídeas, más allá de la importancia que tienen como elementos que conforman la vegetación en bosques y paisajes así como su cuidado e importancia. Son necesarias campañas de conservación, talleres y un claro ejemplo de la explotación de los recursos naturales.

Es necesario combinar los resultados de investigaciones pertenecientes al ámbito de conservación de especies endémicas vegetales que poseen importancia ornamental con el esfuerzo involucrado por parte de las personas que habitan poblados, aldeas o ciudades los cuales se encargan de coleccionar y/o cultivar de forma independiente, ejemplares de orquídeas para obtener de su venta, un medio de apoyo a través de algunos ingresos. De esta forma no solo basta con fomentar la cultura de la conservación con motivos de interés científico, sino mostrar a quienes están en contacto directo, que al brindar la atención necesaria a determinado recurso natural que se encuentra al alcance se pueden obtener ventajas un tanto más tangibles como un incremento considerable de los ingresos debido al incremento poblacional controlado, como lo sería en este caso el comercio legal e inclusive la exportación de plantas de orquídeas con fines ornamentales.

## Objetivo general

Elaborar una propuesta para el manejo de la conservación integral de *Laelia*, basada en una revisión bibliográfica de los métodos, técnicas y prácticas que sean aplicables para este género.

## Objetivos particulares

- Conocer las alternativas existentes actualmente para la conservación (*in situ*, *ex situ*) según las necesidades y características de *Laelia*.
- Definir la problemática general acerca de las técnicas de propagación y aclimatización de especies de *Laelia*, planteando las ventajas y desventajas de las mismas.
- Identificar criterios, metodologías y procedimientos útiles para planificar e implementar actividades de conservación para el género.

# JUSTIFICACIÓN

---

La preocupación por proteger recursos naturales, tanto de especies silvestres de flora y fauna del país, así como la de hallar los medios adecuados para su control, promoviendo la conservación y el aprovechamiento sustentable de las mismas, llevaron a México a formar parte de la Región perteneciente a Norteamérica de la Convención Sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (Oldfield & McGough, 2007).

Desde 1975 la familia Orchidaceae en su totalidad, fue incluida en el apéndice II de CITES. Reflejando así el valor que tienen las orquídeas desde el punto de vista comercial que ha llegado a desencadenar una situación crítica de amenaza de extinción para aquellas colectadas de manera indiscriminada. Asimismo, gran parte de las especies de orquídeas se encuentra en alguna categoría de riesgo o en peligro de extinción (CONABIO, 1998; SERMANAT, 2002).

El género *Laelia*, con un total de 11 especies, es endémico de México y se encuentra en una gran variedad de nichos ecológicos. Dado que en la actualidad, este género se encuentra en riesgo constante por su obtención sin control, la destrucción de sus hábitats y a su difícil reproducción en condiciones naturales, es de suma importancia la realización de ensayos con relación a su biología, reproducción y métodos de propagación y cultivo. Haciendo uso de alternativas como es el cultivo *ex vitro* de especies silvestres, de esta forma ampliar y profundizar el conocimiento que nos permita tomar medidas, proponer acciones con fines de aprovechamiento y conservación de forma sustentable.

Con base a lo anterior se tomará como objeto de estudio el género *Laelia*, para lo cual se presentará una revisión bibliográfica exhaustiva de ensayos sobre la conservación y propagación del mismo, que ofrezcan resultados de desarrollo potencial. Esto con la finalidad de proponer cuales son las mejores alternativas para el cultivo y conservación de de orquídeas en vivero.

# EL GÉNERO *Laelia*

## Origen del género *Laelia* y sus relaciones

Forma parte de los 43 géneros que constituyen la subtribu *Laeliinae* (Dressler, 1993), grupo característico de orquídeas americanas e incluye algunas de las orquídeas más bellas y mejor conocidas siendo considerado uno de los rasgos más característicos de la flora de México (Fig. 3.).

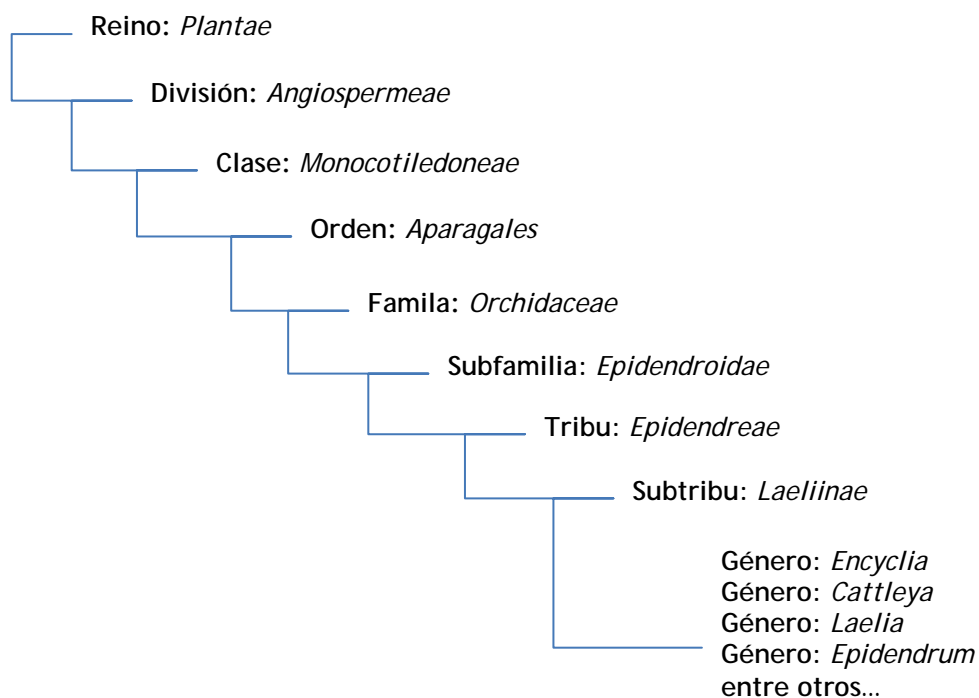


Figura 3. Clasificación taxonómica del Género *Laelia*.

Es en 1831 cuando el botánico inglés John Lindley establece el género *Laelia*, en su obra titulada "Los géneros y especies de plantas de orquídeas", quien al parecer no dio indicación alguna de a quién o qué causa lo dedico ni el por qué eligió dicho nombre. El cual probablemente tuvo origen en los integrantes femeninos de la familia patricia romana de Laelius, lo que sugiere pudo haber sido tomado en referencia a la gracia y belleza femenina. Por otro lado, es posible que haya estado vinculado con alguna de las vírgenes vestales de la antigua Roma, una vez más para hacer referencia a hermosura femenina o

también con el nombre femenino de *Laelia*, el cual se empleaba durante aquel tiempo (Halbinger & Soto, 1997; Cortés, 2006).

El género *Laelia* fue fundado con base en la especie *Laelia grandiflora*, de México. Estas especies habían sido llamadas previamente *Bletia grandiflora* por La Llave y Lexarza en 1825, antes conocidas como *Bletia speciosa* por Humboldt, Bonpland y Kunth en 1815. Su nombre propio, dado por reglas modernas, debe ser *Laelia speciosa*, mismo que también invalida a Lindley quien en 1839 da el nombre de *Laelia majalis*. Leyendo respecto a todos los sinónimos de las especies conocidas en la actualidad, se infiere que ha existido gran variedad de opiniones con respecto a la clasificación del género. En 1842, la primera clasificación fue propuesta por Lindley, separándolas en dos grupos: las Grandiflorae con pétalos más largos que los sépalos y las Parviflorae con el mismo tamaño en pétalos y sépalos. Como varios botánicos describieron nuevas especies en el género, estos grupos fueron modificados hasta que Pfitzer publicó su sinopsis con cinco secciones en 1889. Pero fue Schelechter en 1917 quien propuso el sistema en uso actualmente. Sin embargo, cabe recalcar que solamente dos de las especies de *Laelia* en la actualidad, están incluidas en género cuando fue establecido en un principio, *L. speciosa* (como *Laelia grandiflora*) y *L. autumnalis* (Withner, 1990).

Antes que este género fuese formalmente establecido, como se mencionó con anterioridad, algunas especies fueron en algún momento conocidas como *Bletia*, mientras que muchas otras comenzaron llamándose *Cattleya*. Pero fue hasta la descripción del nuevo género, que Lindley reportó que *Laelia* se encuentra estrechamente relacionado con *Cattleya*, debido a la profunda afinidad que existe entre ambos. De hecho, se encuentran tan próximas que la única discrepancia botánica clara entre estas es el número de polinias; en *Cattleya* están dispuestos en una sola serie de cuatro mientras que en las flores de *Laelia* existen dos series de cuatro, ocho en total. (Halbinger, 1993; Halbinger y Soto, 1997). Esto fue observado en primera ocasión por Bentham y Hooker (Williams, 1973).

Dado que la presencia de ocho polinias, representan un estado primario evolutivo del desarrollo en las orquídeas, el género *Laelia* puede estar considerado más próximo a su línea ancestral que *Cattleya*. Esto indicaría que las catleas son un grupo más derivado desde sus ancestros que las laelias; por lo que, han sufrido un mayor grado de cambio que

se extendió y evolucionó hasta las especies presentes hoy en día, reduciendo sus polinios de ocho a cuatro (Withner, 1990). Pero incluso una característica particularmente tan distintiva como esta, se encuentra sujeta a modificación; los polinios de la segunda serie de cuatro en algunas especies de laelias brasileñas como es *L. elegans.*, son mucho más pequeños que los de la primera serie, que siempre son idénticas. Circunstancia que ha sugerido la hipótesis de que ese tipo de polinias desiguales se originan de híbridos naturales entre las especies de *Cattleya* y *Laelia*, una hipótesis inmensamente reforzada por la ocurrencia de fenómenos similares en híbridos obtenidos artificialmente entre las especies de los dos géneros y, de hecho, en algunos de estos últimos, los polinios de la segunda serie de cuatro son bastante rudimentarios (Hágsater *et al*, 2005).

*Laelia* es un grupo tan variado como *Cattleya*, aunque el primero en cuanto a distribución geográfica no es tan diverso. Pese a esto, el género contiene más especies que el segundo. A diferencia de *Cattleya*, *Laelia* es uno de los grupos más amplios del continente americano, pues se extiende desde Cuba y México, hasta Brasil y Argentina (Wiard, 1987), así como en algunos países de Centroamérica. No hay especies en los Andes, ni en la parte norte de América del Sur, tampoco en el Caribe. Autores como Brieger *et al.* (1978), Withner (1990) entre otros, han considerado a *Laelia* como un conglomerado que abarca especies distribuidas en dos áreas disyuntas, Mesoamérica (México, más el norte de América Central) y el sureste de Brasil.

Antes del año 2000 se registraban más de 65 especies de laelias entre las brasileñas y las de Centro América. Pero es a partir que Van den Berg y cols. realizan algunos análisis de secuencias moleculares en los que confirman que el género *Laelia* es polifilético y que existen diferencias considerables entre las laelias de Brasil y de México (Van den Berg, 2002). A raíz de esto, el grupo quedó restringido únicamente a las especies de México mientras que las restantes se distribuyeron en otros géneros. Por lo que, se considera que las especies de ambos países son grupos separados que descienden de dos linajes diferentes, a pesar de que comparten una estructura floral tan similar (Halbinger y Soto, 1997). Es probable que un paralelismo en la especialización a hábitats fríos, secos y polinizadores parecidos dirigen la evolución paralela en ambos grupos. Las especies brasileñas, con excepción de *L. lundii* son unifoliadas en estados de crecimiento ya maduros. En contraste, las especies de América Central y México en cambio, tienen en su mayoría solo dos o tres hojas (Withner, 1990).



Según un análisis cladístico de la alianza entre *Catleya* y *Laelia*, mostrado en el libro *Laelias of México* (Halbinger & Soto, 1997), se observa que el segundo género es un taxón polifilético en el que incluso las especies mexicanas no forman un grupo natural. La mayoría de las especies de México están relacionadas estrechamente entre sí, formando un grupo hermano de *Schomburgkia sensu stricto* (sin incluir *Myrmecophila*), aunque *L. rubescens* y *L. aurea* son integrantes de un linaje distinto.

Dicha relación con *Schomburgkia*, se puede observar vegetativamente en *L. superbiens* y algunas formas de *L. anceps*. Puesto que la primera, muestra una combinación de rasgos tanto de las laelias mexicanas como del género *Schomburgkia*. Presenta un racimo floral en arreglo helicoidal, con segmentos ondulados, con brácteas florales largas como se caracteriza al género *Schomburgkia*; aunque tiene la columna separada desde la superficie del labelo, el color del sépalo, la garganta forrada, el ovario relativamente corto y el callo son más similares a los que presentan las laelias mexicanas.

La flor característica del género *Laelia* es considerada una “flor de garganta” (Dressler, 1981) pues esta presenta un labio que forma una plataforma de aterrizaje para los polinizadores, en la cual los lóbulos laterales se elevan hacia arriba incluyendo la columna, creando una estructura de túnel donde dichos polinizadores pueden entrar buscando néctar y cuando se alejan tocan la zona estigmática y el polinario, depositando en esta o removiendo este último en su espalda (Withner, 1990; Halbinger & Soto, 1997).

Las plantas de laelias mexicanas exhiben una amplia gama de tamaños, siendo la mayor *L. superbiens* y la menos *L. speciosa*. La primera también presenta especies encontradas en áreas más húmedas, en algunas ocasiones en la frontera de montañas de bosque lluvioso, mientras que *L. speciosa* habita zonas muy secas en las que otras orquídeas epifitas no pueden sobrevivir (Halbinger & Soto, 1997). Proponen que un aspecto importante en relación a la evolución de este género, es que ha logrado ocupar zonas progresivamente más secas, sitios más fríos y con climas subtropicales. Por lo que, se sugiere que el ancestro de las laelias de México pudo tener especies de gran talla, presente en la zona tropical de América Central. Las plantas que exhiben pseudobulbos más cortos, ovoides, con inflorescencias cortas, hojas estrechas, rizomas reducidos, menor número de brácteas florales, mayor tiempo en maduración de las vainas de semillas y el hábito de hoja caduca

en estado de plántula, son características de sitios asociados con aridez, cuya distribución se da hacia el norte como es el caso de *L. fufuracea*, cuya elevación es mayor.

Las laelias mexicanas de montaña se encuentran cercanamente relacionadas entre sí, por lo que, en ocasiones es difícil identificar los especímenes, especialmente en el herbario. Las especies más diferentes y aparentemente especializadas a ambientes xéricos y fríos son *L. speciosa* y *L. fufuracea*. Mientras que *L. anceps* parece ser la especie menos especializada, pese a ser la más ampliamente distribuida y variable también, encontrándose notablemente intermedia entre la complejidad de *L. superbiens* y *L. autumnalis* (Halbinger & Soto, 1997).

Es necesario enfatizar que las laelias de México, incluyendo la especie *L. albida*, *anceps*, *autumnalis*, *fufuracea*, *rubescens* y *superbiens* forman un grupo bien definido, fácilmente reconocibles por su forma ovoide o de pseudobulbos piriformes a la manera de encuclias teniendo mayormente forma de pera, que suelen ser de un color verde pálido así también por sus pedúnculos largos y delgados. Con excepción de *L. speciosa*, en la sección de *Laelia*, en donde los tallos de las flores son relativamente cortos, sin nodos o vainas, la mayoría de las especies, con una o dos flores concentradas en las puntas de los racimos, muestra tallos de flor alargados con varios nudos y vainas. Dichas especies así como algunas de las brasileñas, tienen el disco del labelo laminado o atravesada por nervios engrosados, situación prácticamente ausente en *Cattleya*.

## Hábitat, distribución y ecología de *Laelia*

Las especies de laelias mexicanas, se encuentran principalmente habitando montañas. Distribuyéndose en la parte occidental del país como la Sierra Madre Occidental, el Cinturón Volcánico Transversal y el sur de la Sierra Madre, mientras que en la cuenca del Golfo de México, se localizan especialmente en la Sierra Madre Oriental, en la que se encuentra a *L. anceps* y *L. speciosa*. A su vez, en el Istmo de Tehuantepec, se hallan presentes en ambos lados de lo se puede considerar una barrera natural, las tres especies *L. anceps*, *L. rubescens* y *L. superbiens*.

De las especies que crecen a altitudes sobre los 2000 msnm se encuentran *L. autumnalis*, *L. albida*, *L. fufuracea*, *L. eyermaniana*, *L. speciosa* y *L. gouldiana*. Toleran pequeñas

heladas en el amanecer, razón por la cual puede adaptarse con cierta facilidad al cultivo en aire libre dentro de la ciudad de México, el altiplano del mismo y otras regiones templadas que presentan clima subtropical. Por lo general, las zonas que se presentan por encima de dichas altitudes, presentan ciertas condiciones ambientales. En la primavera el clima es muy seco y cálido, prácticamente sin lluvia o niebla; el verano y otoño temprano, son las temporadas de crecimiento y las laelias se benefician de una mejor alimentación en dicha época del año, en octubre-noviembre los vientos húmedos se detienen y los días por lo general son soleados, secos y en ocasiones cálidos; el invierno es seco, muy soleado, con algunas heladas ligeras (Halbinger & Soto, 1997).

Las especies de *Laelia* que habitan lugares con altitudes inferiores a los 2000 msnm son *L. anceps*, *L. crawshayana* y *L. superbiens*, las cuales se ven afectadas por los mismos patrones climáticos que las de alta montaña. Sin embargo, la única diferencia es que tres especies viven en poco más de bosques húmedos, cerca de bosques nublados y reciben algo de niebla y lluvia durante el invierno y primavera.

Por último, *L. rubescens* y *L. aurea* se encuentran habitando zonas calientes, que reciben el nombre de “tierra baja”, lo que conocemos como llanuras costeras y cuencas internas. Las que se encuentran comúnmente dentro de bosques tropicales caducifolios, espinosos y de roble; con la característica que en verano se presentan altos niveles de humedad, mientras que en el invierno y primavera las condiciones son extremadamente secas.

Las especies que pertenecen al género *Laelia* son consideradas en su gran mayoría como plantas epifitas xerofíticas, las cuales pueden llegar a adaptarse al clima estacionalmente seco, característico de los extremos que existen en zonas tropicales. La mayoría de estas especies, en términos simples, prefieren crecer sobre la corteza de árboles de distintas especies entre ellas *Quercus* (encino), presente en bosques densos situados a altitudes que van desde el nivel del mar hasta montañas, con grandes cantidades de luz. Sin embargo, no solo se pueden encontrar sobre árboles, ocasionalmente crecen encima de rocas donde las condiciones ambientales son favorables; cerca de un arroyo o en la cima de montañas con vientos húmedos. La distribución de laelias sobre los arboles no ha sido estudiada a profundidad, aunque actualmente se sabe que se desarrollan en las ramas más grandes, por

lo general aquellas horizontales, además de notarse ausentes en los niveles inferiores del tronco y en ramas exteriores de la copa de los árboles que tienden habitar.

La estructura básica de las orquídeas de este género puede explicarse a través de un modelo de crecimiento (Tomlinson), mismo que consiste en módulos equivalentes, ortotrópicos en los cuales la expansión de las yemas se restringe únicamente a los nódulos basales del brote. Como en otras orquídeas simpodiales, que comparten este modelo de crecimiento, de igual forma *Laelia* produce sólo una yema de renuevo, de tal forma que cada año se genera un nuevo pseudobulbo (Andersen *et al.* 1988).

La fenología de las laelias de México es similar entre sí, a excepción de la época de floración que puede variar ampliamente de una especie a otra. Debido a lo cual, prácticamente a lo largo de todo el año se pueden encontrar ejemplares de distintas especies de *Laelia*, en floración, predominando en la época de otoño (Tabla 1). Las raíces de las plantas comienzan a crecer en febrero y su crecimiento termina entre octubre y diciembre. Los retoños brotan entre Marzo y Mayo, alcanzando su talla máxima de Agosto a Noviembre. Después de todo esto, los tejidos maduros con las condiciones de frío, sequía y luz solar de otoño, se encuentran listos para enfrentar la sequía extrema del tiempo de primavera cálida. Las vainas de semillas maduran luego de algunos meses, periodo que es variable según cada especie, ya que cada una de éstas liberan sus semillas al final de la época de sequía o al principio de la época de lluvia, entre Marzo y Junio. Esto coincide con el momento en el que los árboles de los bosques pierden su follaje, por lo que, es más sencillo que las semillas se dispersen. Las cápsulas de *L. speciosa* y *L. superbiens* tardan en madurar aproximadamente de 10 a 12 meses; la vaina de *L. eyermaniana* de 7 a 8 meses y a las otras especies que florecen en otoño, les toma de 6 a 7 meses. Según la morfología de las flores de *Laelia* se sabe que todas las especies son polinizadas por insectos como abejas grandes, abejorros y en ocasiones de forma menos efectiva, abejas. Una vez que la flor ha sido polinizada, forma una capsula (fruto), con varios miles de diminutas semillas que son dispersas con ayuda del viento.

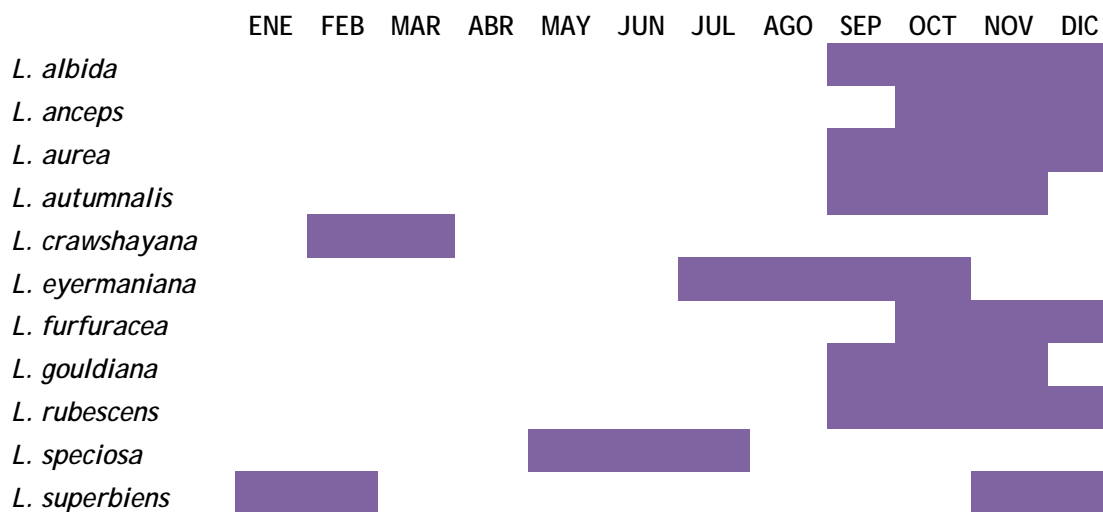


Tabla 1. Periodos de florecimiento en laelias mexicanas.

## Aspectos botánicos del género

Está conformado por plantas en su mayoría epifitas, aunque también existen algunas pocas rupícolas (simpodiales). Cada brote (módulo) surge desde la yema de renuevo del brote anterior, según el modelo de crecimiento según Tomlinson. El rizoma es un simpodio constituido por un conjunto de entrenudos basales de los brotes, dichos segmentos están postrados, dando origen a una estructura lignificada, sólida y generalmente comprimida en el dorso, caracterizada por ser la única parte de la toda la planta capaz de producir raíces, presenta vainas fugáceas, pequeñas y en ocasiones de aspecto escamoso. Las raíces son flexosas, redondeadas en la sección transversal y se encuentran cubiertas de velamen, mientras que el ápice de las raíces por lo general es de color verde, siendo las raíces jóvenes las más carnosas y al menos parcialmente fotosintéticas.

Cuentan con la presencia de pseudobulbos orbiculares cilíndricos muy engrosados, a menudo huecos, con los que se forma el rizoma; frecuentemente se encuentran de tal forma que se producen dos hileras con pseudobulbos subsecuentes ya sea hacia la izquierda o la derecha. En tamaño van de unos 6 a 30 cm de longitud, tienen forma ovoide y se

encuentran evidentemente separados; lateralmente comprimidos; un brote de reserva adicional existe por lo regular en el entrenudo que está inmediatamente debajo del último; cada nódulo del pseudobulbo presenta una vaina que se mantiene verde durante el desarrollo del brote, misma que hacia el final de la época de crecimiento se seca y vuelve escariosa, cubriendo al pseudobulbo por un par de años para luego desaparecer. Los entrenudos superiores del pseudobulbo son los únicos en portar hojas: articuladas, subsésiles, dísticas con apariencia peciolada, conduplicadas, con la base corta y la lámina ancha; son coriáceas a cartáceas, frecuentemente carnosas y rígidas, de color verde, teñidas con morado cuando están bajo fuertes condiciones de luz. El ápice del pseudobulbo porta una inflorescencia simple, escaposa: las brácteas florales en los nudos del racimo son de color verde o como los sépalos, grandes a escamosas, divergentes o adpresas al ovario, algunas veces presentan néctares extra florales y son pegajosas y brillantes. El ovario es pedicelado, subcilíndrico, de algún modo engrosado hacia el ápice, con seis sulcos, de color verde o distintivamente coloreado, suave, verrugoso o escamoso (furfuráceo), y/o glutinoso; en algunos casos el ovario está torcido (Fig. 4).

Su eminencia se debe a la sorprendente belleza de las flores de casi todas las especies y variedades, que no sólo son de gran tamaño, si no también están adornados con una maravillosa variedad de los matices delicados y agradables, con atracción especialmente llamativa en el labelo o labio que en contraste con los tonos más suaves de los otros segmentos, es más notable por la riqueza extrema de color que a menudo se desarrolla en su lóbulo anterior. El gran interés en las laelias a causa de sus espléndidas flores ha sido reforzado por los resultados de la hibridación, no sólo a raíz del cruce de una especie con otra, sino también por el cruce de cattleyas con laelias. En la descendencia planteada, muchos nuevos tonos de color se han obtenido; los variados cruces e inter-cruces también han dado lugar a la existencia de nuevas formas, sin embargo, en casi todos los casos existen pocas diferencias con los padres.

Por lo general las flores son resupinadas, de color blanco, amarillo o comúnmente lila-magenta. Aunque estas especies poseen una amplia gama de color en las mismas, muchas vienen en tonos de violeta o lavanda, en contraste con los labios que habitualmente tienden a ser más oscuros.

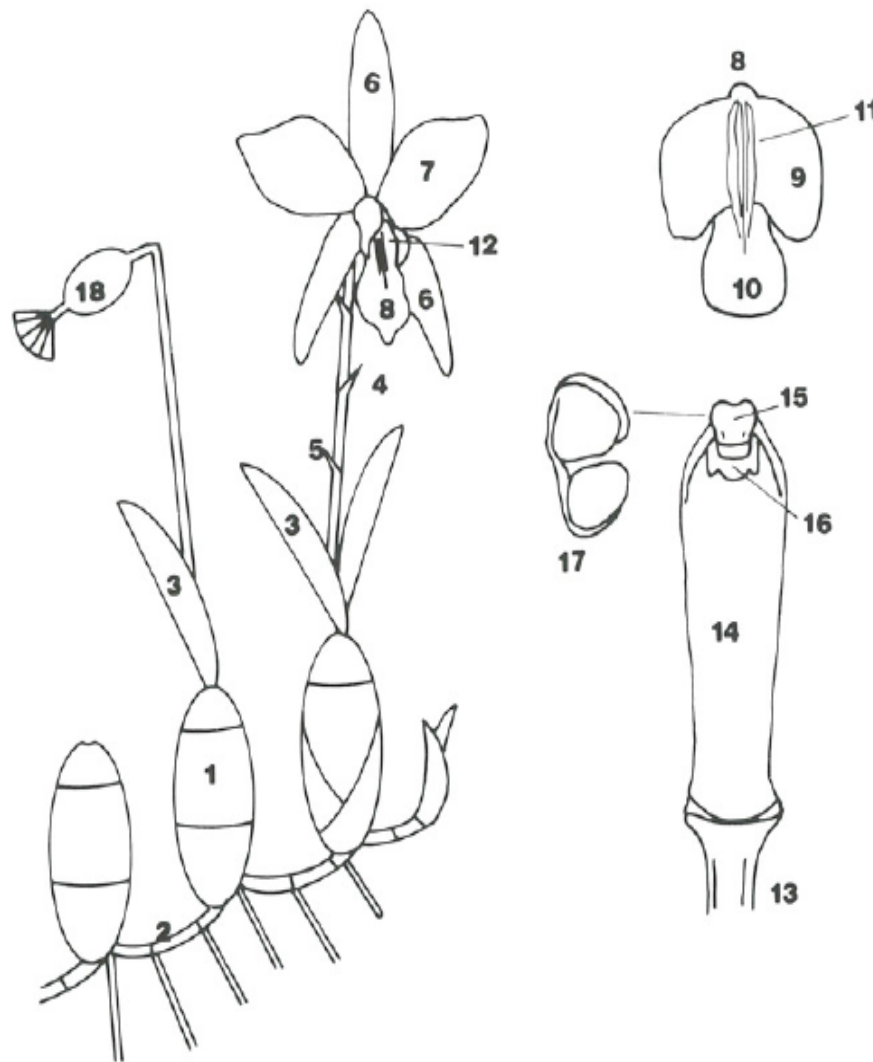


Figura 4. Morfología de *Laelia*: 1 = pseudobulbos, 2 = rizoma, 3 = hoja, 4 = inflorescencia, 5 = bráctea, 6 = sépalos, 7 = pétalos, 8 = labelo, 9 = lóbulos laterales del labelo, 10 = lóbulo medio del labelo, 11 = quillas (callo), 12 = garganta, 13 = ovario, 14 = columna, 15 = antera, 16 = estigma, 17 = polinario, 18 = capsula (fruto).

Los sépalos son similares a los pétalos, siendo amplios, carnosos, subiguales, libres, extendidos, de planos a ondulados y con la superficie dorsal ligeramente escamosa o pegajosa (rara vez del mismo tamaño). Los pétalos son más amplios que los sépalos, están extendidos o parcialmente paralelos al labelo/columna; la base es cuneada o más frecuentemente subunguiculada, la lámina es oblonga oblanceolada a rómbica, de plana a

recurvada, completa a ampliamente ondulada con una ranura longitudinal en la superficie externa.

Uno de los principales elementos de diferenciación es el labelo; se une a la base de la columna y es libre desde la columna o ligeramente adjunto a ésta por una bisagra en forma de garra, trilobulado, muy pronunciado y más pequeño que el de *Cattleya*. La columna es con frecuencia más grande que el lóbulo medio, mismo que es plano a recurvado; el disco está adornado con un callo de simple a complejo formado por de 3 a muchas quillas o una placa espesa, basal; la garganta está pintada con una mancha o líneas de ramificación, pero pueden ausentarse en algunas especies; se presenta un surco axial longitudinal en la superficie externa. La columna es bastante larga, en forma de semicilindro robusto, rara vez alada pero a menudo curvada, de ligera a fuertemente arqueada, semiclavada a semicilíndrica, hay un cunículo de superficial seco a muy superficial; usualmente es de color amarillo y con puntos en la base.

La antera es incumbente, con ocho células; puede ser ovada, bilobada o fuertemente bilobada, en este caso con forma de montura. El polinario posee ocho polinias fuertemente aplanadas, en cuatro pares, en cada par la polinia superior (proximal) y la inferior (distal) son ligeramente de diferente tamaño y forma. En la comparación de estos caracteres con los de *Cattleya*, vemos que dicho género difiere muy poco, exceptuando en el número de los polinios, que es de cuatro en vez de dos series de cuatro. Incluso en los órganos vegetativos, no hay línea claramente marcada entre *Cattleya* y *Laelia*. La divergencia de sus características comunes más obvias han sido importantes en algunas laelias mexicanas las cuales manifiestan pseudobulbos con forma ovoide, muy parecidos a los de algunas especies de *Epidendrum*.

## Especies del género *Laelia*; usos e importancia en México

Con un total de 11 especies, el género *Laelia*, es endémico de nuestro país, y se encuentra en una gran variedad de nichos ecológicos, siendo de las orquídeas mexicanas más típicas, cultivadas por siglos, encontrándolas desde Chihuahua hasta Chiapas, pues evocan el clásico concepto popular de orquídea; son muy bellas, con abundantes flores y además



fáciles de cultivar. No es sorprendente que en México sean las orquídeas por antonomasia y ocupen un lugar privilegiado en la cultura del país. En estados como Hidalgo, Oaxaca, Guerrero, Michoacán, Morelos, Estado de México y Chiapas son conocidas con nombres populares que aluden a la época en que florecen (Ramírez, 1996).

En la época precolombina, llegó a emplearse un adhesivo extraído de las plantas de *Laelia* que se empleó para la elaboración de ornamentos y ropas decoradas con plumas. Se cortaban y maceraban los pseudobulbos y raíces de dichas especies hasta formar una pasta verde mucilaginosa, la cual se diluía con un poco de agua. Se agregaba harina, azúcar en polvo, jugo de limón y clara de huevo hasta conseguir la textura adecuada. A dicha mezcla se le permitía madurar durante varios días, después puede ser moldeado en las formas deseadas, estos fueron decorados más con tintes vegetales. Por otro lado, en el ámbito alimenticio se llegaron a realizar dulces conocidos como “alfeñiques” y “calaveritas” con la misma sustancia adhesiva.

Son las flores de las principales celebraciones religiosas, de los bautizos, de las bodas y también las que se ofrecen a los difuntos como en el día de Muertos y en las celebraciones de la Candelaria el 2 de febrero, de allí los nombres comunes de algunas especies: calaverita, lirio de todos santos, flor de muerto, flor de las ánimas, etcétera (Hágsater *et al.*, 2005; Halbinger y Soto, 1997).

Poseer “laelias” dentro de las colecciones de orquídeas era considerado más popular en el pasado de lo que es hoy día, pero sus colores tan llamativos y la facilidad de cultivo que presentan siguen dándoles un lugar con los expertos. Las especies de *Laelia* han sido utilizadas durante mucho tiempo con fines de cultivo. Varias de las especies se han cruzado artificialmente con especies de *Cattleya* y *Brassavola* para producir flores muy atractivas, que valgan la pena comercializar. En los mercados de la ciudad de México, Guadalajara, Morelia, Xalapa y muchos otros pueblos, las flores de plantas cultivadas y silvestres son vendidas a precios increíblemente bajos, tradicionalmente con los últimos 2 ó 3 pseudobulbos para prolongar su duración (Halbinger y Soto, 1997). Por esta razón, es uno de los taxa más vulnerable, básicamente por la destrucción de sus hábitats y uso comercial, debido a su estructura floral (Santos *et al.*, 2006).

En ocasiones, estas plantas se encuentran en cruces de madera en la cima de cerros, en cuevas o en caminos. Curiosamente no son solo las flores son fijadas a las cruces, también las plantas; parecen ser una amuleto para ahuyentar malos espíritus, pero su significado se desconoce y otras personas piensan que es un rito asociado al agua (Sarmiento y Romero, 2000).



Figura 5. Flor de *Laelia autumnalis*.

En México los dos primeros días de noviembre se lleva a cabo la celebración de los muertos, en la cual se emplean flores de *L. autumnalis* (Fig. 5) para decorar iglesias en esa temporada, razón por la cual recibe el nombre de “flor de los muertos o de Todos los Santos”, principalmente en algunas regiones de los estados de Morelos, Michoacán y el Estado de México. Así en Hidalgo se usan flores de *L. gouldiana* (Fig. 6) o bien conocida como “la monjita” o antiguamente llamada “sanctorum”, debido a la época de uso, pues gracias a sus hermosas flores es considerada una especie con importancia en la horticultura (Hágsater *et al.*, 2005).



Figura 6. Un ejemplar *Laelia gouldiana*.

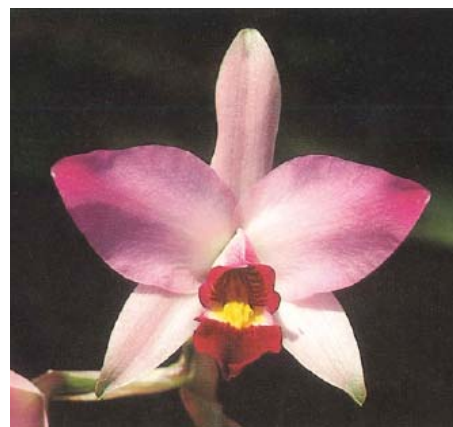


Figura 7. *Laelia anceps* subsp. *dawsonii* f. *chilapensis*, la forma más común cultivada.

Mientras tanto, durante las mismas fechas en los cementerios de un pueblo situado en el estado de Guerrero, Chilapa, se decoran tumbas y lápidas, cubriéndolas con flores de

cepasúchil y formando cruces con ramos enteros de algunas *Barkeria scandens* y *L. anceps* subsp. *Dawsonii* f. *chilapensis* (conocida popularmente como “calaverita”) (Fig. 7).



Figura 8. *Laelia albida*, ejemplar de Oaxaca exhibiendo el color más común de esta especie.



Figura 9. *Laelia furfuracea*, una forma más oscura.

Se sabe que esta especie, *Laelia anceps* subsp. *Dawsonii*, era cultivada por los triquis del sur de Oaxaca al menos desde 1892; es en 1943 que MacDougall hace referencia al uso de estas flores en la celebración de la Virgen de Juquila, uno de los santuarios católicos más importantes del sur de México, esto a causa de ser blanca, de exquisita belleza, escasísima y cuya floración coincide con la celebración del 12 de Diciembre.

En Oaxaca, la flor de tatanache (*L. albida*) (Fig. 8), la huichila o lirio de san Francisco (*L. furfuracea*) (Fig. 9), además de otras orquídeas como: *Rhynchostele cervantesii* subsp. *membranacea* y la *ita sama cuim* (*Artorima erubescens*), son un adorno común en las tumbas, altares y también en los nacimientos de la época navideña. Por otra parte, *L. eyermaniana* (Fig. 10) se emplea en los pueblos serranos de Durango para la fiesta de San Miguel el 29 de septiembre, de donde proviene su nombre vernáculo, flor de San Miguel (Hágsater et al., 2005). En Chiapas *Laelia superbiens* (Fig. 11) y *Guarianthe skinneri* son las flores utilizadas para las celebraciones de la Candelaria el 2 de Febrero y también para la de San Sebastián.



Figura 10. Un racimo de *Laelia eyermaniana*, mostrando un espesamiento característico en el ápice de los sépalos en los botones florales.



Figura 11. De Chiapas, un racimo de *Laelia superbiens*.

Con la flor de mayo o de Corpus, *Laelia speciosa* (Fig. 12), se hacen guirnaldas para decorar las yuntas el 15 de Mayor durante la fiesta de San Isidro Labrador, patrono de los agricultores, festividad con la que se celebra en México la llegada de las lluvias. *Laelia speciosa* se vende en grandes cantidades en las calles de las ciudades del centro del país durante Mayo en muchos corsages y arreglos del día de las madres que se confeccionan con flores de esta especie (Hágsater *et al.*, 2005).



Figura 12. Ejemplar de *Laelia speciosa*, una forma y color comunes en esta especie.

## Regulación y normatividad en México

La situación global actual está repleta de graves problemas ambientales y de contaminación que logran verse reflejados en la alteración y destrucción de hábitats que llegan a poner en serio peligro de extinción a gran parte de la diversidad vegetal (Hágsater *et al.* 2005). Pese a que los organismos del reino *plantae*, a razón de su importancia juegan un papel elemental dentro de las funciones regulares de los ecosistemas, son el grupo biológico con mayor número de ejemplares contenidos en listados de

especies raras y amenazadas (Ellstrand y Elam, 1993).

Aunque este problema ha proliferado a nivel mundial, sin lugar a dudas, simboliza mayores repercusiones en zonas cercanas a los trópicos y particularmente en países como México, donde factores como una alta tasa de reforestación agravan la situación (Toledo, 1988).

Tomando en cuenta que muchas plantas vasculares conservan un fuerte potencial para la sustitución ecológica, los organismos de la familia Orchidaceae son a menudo de los primeros en desaparecer de un ecosistema perturbado (Dixon *et al.*, 2003, para los estudios de caso de los atributos especializado en orquídeas) por tratarse de los más vulnerables a causa de factores importantes como la extracción masiva de plantas en estado silvestre, el valor hortícola-comercial de estas y por último, las características ecológicas que figuran como sus relativamente largos ciclos de vida, bajas tasas de crecimiento y complejos procesos de reproducción en condiciones naturales.

Durante el último lustro, los organismos y ecosistemas se han vuelto cada vez más vulnerables a la extinción, y las orquídeas representando aproximadamente el 10% de plantas identificadas, están predispuestas a estos riesgos (Koopowitz *et al.*, 2003). En los dos últimos siglos se han extinguido varias especies de orquídeas en México y a partir de 1998 han desaparecido al menos 22 de ellas (Hagsater *et al.*, 2005).

La Unión Mundial para la Naturaleza (IUCN por sus siglas en inglés) ubica 260 especies de orquídeas mexicanas en la lista de especies en riesgo de extinción (Soto y Hagsater, 1990); la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2001) determina las especies y subespecies de flora y fauna silvestres terrestres y acuáticas en peligro de extinción, amenazadas, raras y las sujetas a protección especial, brindando especificaciones para su protección, en ésta se encuentra contenida la familia Orchidaceae. Por lo que contempla alrededor de 181 especies de orquídeas mexicanas en alguna categoría de riesgo (extintas, en peligro de extinción, amenazadas y sujetas a protección especial), 15 están en peligro de extinción, 58 amenazadas, 107 sujetas a protección especial y una se encuentra extinta en la naturaleza (SEMARNAT, 2002).

Lo anterior demuestra la urgente e indispensable necesidad de establecer lineamientos estratégicos en el ámbito reglamentario en relación a la conservación de organismos silvestres pertenecientes a la familia Orchidaceae en México. Parte de este interés se ve reflejado en forma de normas oficiales, leyes u acuerdos tales como la ley General de Vida Silvestre (LGVS), la Ley General del Equilibrio Ecológico y la Protección al Ambiente (LGEEPA), la Norma Oficial Mexicana (NOM-059-ECOL-2002) y la Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres (CITES), donde se encuentra la familia entera de Orchidaceae incluida en el APÉNDICE II; estos son los instrumentos legales nacionales e internacionales que regulan, controlan y verifican la subsistencia de la orquideoflora (Roberts, et al., 1997). El hecho de que una orquídea se encuentra dentro de alguno de los apéndices de CITES, al ser un tratado sobre el comercio internacional implica que se está regulando el comercio para que, en algunos casos se logre evitar o disminuir al máximo la depredación ilegal de especies silvestres. Sin embargo, existen especies que son de fácil cultivo y reproducción e inclusive algunas que no están en peligro de extinción bajo ninguna categoría de riesgo, las cuales también se encuentran dentro de los apéndices. En el caso particular de las orquídeas, debido a la dificultad que representa distinguir en algún momento dado unas especies de otras, fue incluida la familia completa. El hecho de que una especie forme parte de CITES, no implica que su conservación está siendo fomentada, pues de hecho los países que cuentan con el desarrollo necesario para reproducir y vender las especies con las que ya cuentan, no tienen la necesidad de importar material vegetal. Por el contrario, pueden vender especímenes nacionales sin ninguna competencia y problema alguno. En Eccardi & Becerra (2003), Eric Hágsater menciona respecto a esto que a lo que está llevando la CITES es a que nosotros, los países de gran diversidad, en la práctica no podamos utilizar nuestros recursos para comerciar con ellos. Hay por supuesto algunas cosas positivas que se han hecho dentro de CITES; por ejemplo, se pueden comerciar frascos con plántulas en medio estéril que evidentemente vengan de semillas que no ponen en peligro nada. Pero con plantas adultas, a punto de florecer, es muy difícil obtener los permisos apropiados, especialmente si están en el Apéndice I. Para éstas debes tener el permiso del país importador y el del exportador, y en la práctica es inmanejable. A esto hay que agregar que para tener un comercio fluido no todo son importaciones de grandes cantidades, sino que también existe un comercio de pequeña escala.

# ESTUDIOS SOBRE CONSERVACIÓN DE *Laelia*

---

Actualmente existen distintos métodos para propagar orquídeas, ya sea con fines de conservación, comercio o como actividad de recreo para los amantes coleccionistas de estas plantas. La propagación asexual consiste en una serie de técnicas empleadas para la multiplicación a partir de partes vegetativas. Se utilizan tejidos vegetales que conserven la potencialidad de multiplicación y diferenciación celular para generar nuevos tallos y raíces a partir de cúmulos celulares presentes en diversos órganos. Una de las variantes de este tipo de propagación es la micropropagación a partir de tejidos vegetales en cultivo *in vitro*, misma que es muy empleada para las orquídeas (Sierra, 2006).

El cultivo de tejidos desde hace aproximadamente tres décadas, ha demostrado ser una herramienta biotecnológica de gran utilidad para el estudio y propagación a mayor escala y de menor duración que los procedimientos convencionales, (Seeni y Latha, 1992; Rao, 1998; Murthy y Pyati, 2001; Lee y Lee, 2003; Shimura y Koda, 2004) y la conservación *ex situ* de germoplasma en riesgo o de alto valor ornamental, mostrando su efectividad con diversas especies en peligro de extinción (Fay, 1994, Fay *et al.* 1999, Serna, 1999, Mata *et al.*, 2001), entre las que se cuentan orquídeas, cactáceas, cícadas, coníferas y agaves entre otras, considerando así el empleo de cultivo de tejidos, una alternativa de manejo sostenible (Pierik, 1990; Suárez, 2006) cuyo fundamento se basa en la totipotencialidad celular, lo cual permite cultivar cualquier estructura vegetal o explante, (tejido, órganos, células, parte de masa callosa e incluso plantas enteras) en un medio de cultivo químicamente definido bajo condiciones controladas, pues está demostrado que cada célula viviente tiene el potencial genético para reproducir un organismo completo (Tinoco, 2007).

En esta técnica, en relación a las orquídeas, se emplean diversas estructuras, tales como: raíces, hojas, brotes florales, tallos, inflorescencias, pseudobulbos y protocormos; éste último término lo comienza a emplear Bernard en orquídeas entre 1899 y 1910 para describir a pequeños cuerpos esféricos formados por efecto de la germinación de las semillas de orquídeas (Arditti y Ernst, 1993). En el cultivo de orquídeas pueden presentarse cuerpos con morfología y desarrollo idénticos a los protocormos, denominándose comúnmente PLBs (Protocorm Like Bodies, por sus siglas en inglés); dichas estructuras

parecidas a protocormos se forman directamente del explante o indirectamente a partir de callo o en cultivos en suspensión (Ramírez, 1990).

Especies de *Laelia* y del género *Cattleya*, son cultivadas en el mundo entero como plantas ornamentales por la belleza de sus flores, confiriéndoles gran importancia económica, encontrándolas principalmente en México, en América Central y del Sur, en los países de Colombia, Argentina, Brasil, entre muchos otros (Yamakami, 2006; Franco, 2007).

Este último género, *Cattleya*, se interrelaciona estrechamente con *Laelia*, *Brassavola* y *Sophranitis* (Eigeldinger y Murphy, 1972), lo cual se observa en su apariencia tan similar en relación a sus estructuras florales, por lo que, tiene la capacidad de proporcionar híbridos de alta calidad y belleza. Muchos de estos híbridos intergenéricos conservan en mayor proporción la morfología de *Cattleya* y sólo cuando se observan las estructuras reproductivas de las flores, es cuando las diferencias se manifiestan (Prakash, 1996).

Actualmente hay una cantidad considerable de información acerca del mantenimiento *ex situ* de orquídeas vía cultivo de tejidos (Soto 1996b). A nivel género se tienen reportados trabajos sobre micropropagación de *Laelia* y *Cattleya*, tales como las siguientes investigaciones (Tabla 2):

Autor	Año	Especies	Parte vegetal empleada	Desarrollo de la investigación
Sánchez	2009	<i>Laelia anceps</i>	Reproducción <i>in vitro</i> de brotes vegetativos.	Se probó la viabilidad del uso de medios líquidos (medio MS, solución de Steiner, fibra de coco y Promix) con ayuda de soporte físico. Las plantas bajo tratamientos MS y con solución de Steiner, perecieron por hiperhidratación. Mientras que, los tratamientos que incluyeron fibra de coco y Promix permitieron que las plantas duraran la totalidad del periodo experimental (60 días);



				aunque fueron contaminados en un 35% por la presencia de hongos.
Tinoco <i>et al.</i>	2007	<i>Stanhopea tigrina</i> , <i>Epidendrum veroscriptum</i> , <i>Laelia anceps</i> and <i>Cattleya</i> x esbetts	Regeneración <i>in vitro</i> de protocormos.	Como medio de cultivo, Murashige y Skoog adicionado con 4 distintas concentraciones de BA y dos de ácido diclorofenoxiacético (2,4-D). Para <i>L. anceps</i> la mayor formación de brotes, 26.5 brotes por explante, se obtuvo con 4 días de inducción en medio MS sin reguladores de crecimiento.
Sarabia <i>et al.</i>	2010	<i>Laelia speciosa</i>	Explantes de hoja.	Fue empleado medio de Murashige y Skoog (MS) con 30 g l <sup>-1</sup> de sacarosa y cinco concentraciones de ácido naftalenacético (ANA) en combinación con cinco concentraciones de benziladenina (BA) para evaluar el crecimiento y diferenciación de callo derivado de explantes de hojas. Los explantes de hojas de plántulas cultivadas <i>in vitro</i> fueron efectivos para la formación de callo en el medio MS suplementado con 2.5 mg l <sup>-1</sup> BA, mientras que explantes de hojas maduras no respondieron. La formación de plántulas se logró exitosamente en MS suplementado con 0.5 mg l <sup>-1</sup> de ANA y 0.1 mg l <sup>-1</sup> de GA3.

Tabla 2. Trabajos sobre micropropagación de *Laelia* y *Cattleya*.

El desarrollo de plántulas de orquídeas a través de la germinación *in vitro* es un proceso muy común actualmente, produciéndolas en gran número (Stancato *et al.*, 1998), con un crecimiento más rápido que en condiciones naturales (Warren y Miller, 1993) y variabilidad genética mucho mayor que la obtenida por la micropropagación clonal (Stenberg y Kane, 1998).

De los ensayos realizados en donde se estudió el efecto de los factores ambientales y de fitoreguladores durante el proceso germinativo de semillas de orquídeas o en el estadio de protocormos, se encuentran (Tabla 3):

Autor	Año	Especies	Parte vegetal empleada	Desarrollo de la investigación
Vásquez	2000	<i>Laelia anceps</i> Lindl.	No especificada	Fue empleado ANA (Ácido naftalen acético), AIA (ácido indol acético) y BAP (bencil aminopurina), mostrando que se encontraron condiciones para desarrollar adecuadamente plántulas de dicha especie con $16.1 \mu\text{M.L}^{-1}$ de ANA, $17.1 \mu\text{M.L}^{-1}$ de AIA y $13.3 \mu\text{M.L}^{-1}$ de BAP, en tanto que el uso de AIB, ANA y BB-6 (brasinoesteroide BB-6) favoreció la inducción de raíces, siendo el AIB el más eficiente.
Cortés	2006	<i>Laelia speciosa</i>	Semillas.	Sembraron semillas en un medio de cultivo (MS) sin fructosa a diferentes intervalos de tiempo para determinar el efecto de la ausencia de fructosa en el desarrollo morfogénico del embrión al inicio de la siembra. El tiempo sin presencia de la fructosa al inicio de la germinación influye en el desarrollo del embrión así como en su desarrollo hasta plántula completa, concluyendo así que debido al porcentaje de germinación obtenido (15%) no fue

				suficiente para determinar el tiempo mínimo requerido para que se desarrollen plantas completas, pues es necesario al menos un 50% de germinación total.
Ávila <i>et al.</i>	2009	<i>Laelia speciosa</i>	Semillas.	Emplean medio Murashige y Skoog con 30 gL <sup>-1</sup> de sacarosa para germinar semillas y evaluar distintos componentes que fueron agregados a los medios. Se manejaron cinco concentraciones de BA bajo condiciones de luz y sombra, además de ácido giberélico a cinco concentraciones, adicionado con cinco concentraciones distintas correspondientes a NAA. La mayor tasa germinativa (60%) fue obtenida empleando semillas maduras crecidas en medio MS sin BA y bajo a condiciones de luz.
Lee <i>et al.</i>	2009	<i>Laelia anceps</i> ssp. <i>dawsonii</i>	Embriones somáticos a partir de semillas germinadas.	Como medio, MS suplementado con ANA, BAP y AIA. Parte de los embriones fue encapsulada en matriz de alginato de sodio en complejo con cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ·2H <sub>2</sub> O) 75 μM con la finalidad de producir semillas sintéticas. Se probaron tres concentraciones de alginato de sodio, de sales de MS y de BAP, respectivamente, los cuales se adicionaron a la matriz de encapsulación, además de tres diferentes temperaturas y dos tiempos de almacenamiento. El alginato de sodio a 2 y 3 % en la matriz de encapsulación en combinación con 1.0 y 2.0 mg·litro <sup>-1</sup> de BAP a temperatura de almacenamiento de 25 °C resultó la combinación más apropiada

				para la inducción de germinación rápida en las semillas sintéticas, en períodos de 15 días.
--	--	--	--	---

Tabla 3. Trabajos sobre factores ambientales y fitoreguladores en proceso germinativo de semillas de *Laelia*.

Las sales basales, así como la sacarosa grado analítico, tienen un costo elevado y son de difícil adquisición en zonas rurales de la mayoría de las entidades federativas de México, por tal razón resulta conveniente sustituirlos por fertilizantes inorgánicos y azúcares caseros para la germinación y desarrollo *in vitro* de *Laelia* con el propósito de establecer un protocolo útil para su propagación, aprovechándose en comunidades rurales que exploten orquídeas de *Laelia* a través de un manejo sustentable. Las sales basales utilizadas tradicionalmente en los medios de cultivo para la germinación y desarrollo *in vitro* de plantas del género *Laelia* y géneros emparentados son las de Knudson C (KC), según lo muestran los siguientes ensayos (Tabla 4):

Autor	Año	Especies	Parte vegetal empleada	Desarrollo de la investigación
Romero <i>et al.</i>	2007	<i>Laelia anceps</i> subsp. <i>anceps</i>	Plántulas obtenidas de semillas germinadas.	Plántulas transferidas a tres diferentes medios de cultivo cuyos componentes minerales provenían de la adición de tres fertilizantes comerciales, cada uno se probó en tres concentraciones. Otros tres lotes experimentales de plántulas fueron subcultivadas en el medio nutritivo MS suplementado con tres diferentes fuentes de carbohidratos de uso casero (Azúcar refinada, azúcar no refinada, y piloncillo) en sustitución de la sacarosa grado analítico, la cual se utilizó como

				testigo. El uso de fertilizantes comerciales como sustitutos de las sales inorgánicas en el medio de cultivo favorece el desarrollo de plantas de esta especie y que el uso de azúcar refinada o no refinada, como sustitutos de carbohidratos en el medio de cultivo, o de sacarosa grado analítico induce los mismos efectos en el desarrollo de las plantas.
Alberico	2004	<i>Laelia speciosa</i>	Cápsulas polinizadas.	Se probó el efecto del GA3 (ácido giberélico), extracto de plátano y carbón activado en la germinación. Se utilizó como medio de cultivo las sales del medio Knudson C en cuatro tratamientos distintos (solo, con ácido giberélico, con extracto de plátano + carbón activado y con extracto de plátano + carbón activo + ácido giberélico). El desarrollo de protocormos y plántulas se da mejor en medios sin ácido giberélico, ya que este solo ayuda a la germinación pero no en el desarrollo posterior de la planta, por lo que, el medio Knudson con extracto de plátano y carbón activado es más adecuado; pero podrían existir otros medios de cultivo que beneficien al desarrollo ya sea con fitohormonas o con diferentes minerales y

				concentraciones de los mismos.
Ávila	2007	<i>Laelia speciosa</i>	Cápsulas polinizadas.	Se emplearon semillas a los 4, 7 y 9 meses después de su polinización manual; germinadas en medios Murashige y Skoog (MS) con 30gl-1 de sacarosa y 5 diferentes concentraciones de BA, bajo condiciones de luz y de oscuridad. El mayor porcentaje de germinación (100%) se registra en semillas maduras con 0.1 mg l-1 de BA con luz los 30 días de efectuada la siembra y de desarrollo de plántulas (60%) a los 90 días, en semillas maduras en MS sin BA y expuestas a la luz. Los medios MS, fueron mejores para la germinación y primeros estadios de desarrollo de <i>L. speciosa</i> , que el medio Knudson C, ampliamente utilizado en el cultivo <i>in vitro</i> de orquídeas. Para el subcultivo de plántulas, se usó MS suplementado con 30gl-1 de sacarosa, 0.5 mg l-1 de ANA y 0.1 mg l-1 de GA3 fue el mejor.
Lee <i>et. al</i>	2007	<i>Laelia anceps ssp. dawsonii</i>	Semillas.	Medio Murashige & Skoog (1962) suplementado con ANA, 6-benzyl-amino-purina (BAP), Kinetina (Kin) y AIA, 2 mg L-1 de cada uno, resultó óptimo para la inducción de callo bajo fotoperiodo de 16/8 h. El callo fue subcultivado a

				<p>intervalos de 45 días en el mismo medio de cultivo, produciendo en promedio 524 embriones somáticos en el tercer subcultivo. Los embriones somáticos producidos se convirtieron en plantas completas con brotes y raíces en el mismo medio, y fueron transferidas al medio Vacin &amp; Went (VW) suplementado con BAP, AIA 1 y carbón activado para su desarrollo. Después de aproximadamente tres meses, las plántulas fueron aclimatizadas en el invernadero con un 100 % de tasa de sobrevivencia.</p>
<p>Lavrentyeva <i>et al.</i></p>	<p>2007</p>	<p><i>Cattleya aclandiae</i> Lindl., <i>C. bowringiana</i> Veitch., <i>C. granulosa</i> Lindl., <i>C. intermedia</i> Graham. ex Hooker., <i>C. percivaliana</i> 'Brien.), <i>Laelia anceps</i> Lindl., <i>L. lobata</i> (Lindl.) Veitch., <i>L.</i></p>	<p>Protocormos a partir de explantes de hojas y plántulas adultas bajo cultivo <i>in vitro</i>.</p>	<p>El medio de cultivo que se empleo fue Knudson C modificado, con adición de 2 mg/l peptona, 50 mg/l potasio húmico, 1 mg/l carbón activado. Para la proliferación de protocormos se empleó el medio MS (Murashige y Skoog) suplementado con la adición de 5 mg/l de BAP y 2 mg/l de NAA. En promedio, la formación de plántulas tardo alrededor de 700 días. Es importante hacer énfasis, que según los resultados obtenidos en este ensayo se llegó a la conclusión de que el proceso de ontogénesis de plántulas de <i>Laelia</i> y <i>Cattleya</i> es bastante similar. Las</p>

		<p><i>lundii</i> Rchb. f. et Warm.,  <i>L. mantiqueirae</i> Pabst., <i>L. purpurata</i> Lindl., <i>L. rubescens</i> Lindl., <i>L. sincorana</i> Schltr.)</p>		<p>diferencias están únicamente en términos y detalles del desarrollo. El medio más adecuado para la proliferación de protocormos fue MS con 5 mg/1 BAP, 2 mg/1 NAA, 100 mg/1 peptona, 15% de leche de coco y 1.5 g/1 de carbón activado. Protocormos más intensamente formados bajos condiciones de oscuridad.</p>
Damon et al.	2004	<p><i>Cattleya aurantiaca</i>,  <i>Encyclia chacaoensis</i></p>	<p>Desarrollo de protocormos y plántulas en condiciones <i>in vitro</i>.</p>	<p>El desarrollo fue mejor en medio Knudson C (macronutrientos Knudson C, [reemplazando el FePO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O con FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub> EDTA.2H<sub>2</sub>O]; micronutrientos Knudson C) y el medio Dalla Rosa y Laneri (macronutrientos Dalla Rosa y Laneri K07, [reemplazando el FePO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O con FeSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O y Na<sub>2</sub> EDTA.2H<sub>2</sub>O]; micronutrientos Dalla Rosa y Laneri K07). En el caso de <i>Cattleya aurantiaca</i>, ésta respondió mejor al medio Dalla Rosa y Laneri en todas las etapas. Para <i>Encyclia chacaoensis</i>, al principio, todos los medios se oscurecieron y la germinación y las primeras fases del desarrollo procedieron mejor en los medios Hutner (macro y micronutrientos</p>



				Hutner) y Knudson C. A los 8 meses, Dalla Rosa y Laneri, seguido por Hutner + carbono activado dio mejores resultados en cuanto al color, tamaño, número de hojas y número de raíces de las protocormos y plántulas.
--	--	--	--	--

Tabla 4. Trabajos sobre sales basales y sus derivados, en la germinación y desarrollo *in vitro* de plantas del género *Laelia* y *Cattleya*.

La calidad final de las plantas producidas por micropropagación depende de la etapa de aclimatización. Por lo que, es necesario obtener plántulas de calidad en condiciones de cultivo *in vitro*, de esta forma se puede asegurar un alto porcentaje de sobrevivencia y un crecimiento apropiado en el invernadero. Pospíšilová et al., (1999) afirmaron que la aclimatización en cultivo *in vitro* es un factor clave en la producción de plántulas saludables antes de que sean trasplantadas a condiciones *ex vitro*. Según Preece y Sutter (1991), la aclimatización permitirá a la planta que alcance un estado de crecimiento autótrofo (Teixeira da Silva et al., 2005) en ambientes con menor humedad relativa, condiciones nutricionales, mayor cantidad de luz y sustratos sépticos. Transferir plantas desde una situación ideal a un invernadero o situación bajo condiciones *ex vitro*, representa un reto para la sobrevivencia. Las plantas serán trasladadas de un estadio heterótrofo a uno autótrofo, sometidas a cambios fisiológicos y morfológicos, así como a una mayor exposición a la actividad de plagas y enfermedades. Para que conseguir la sobrevivencia *ex vitro* de una plántula, ésta debe lograr una etapa de crecimiento con un apropiado número de brotes, área foliar y sistema radicular, considerando el número de raíces y longitud de las mismas.

Durante el cultivo *in vitro*, las plántulas se mantienen en un ambiente controlado, que se caracteriza por un alto nivel de humedad, poca intensidad lumínica, abastecimiento complementario de azúcar y reguladores del crecimiento (Murashige, 1974) lo que va poco a poco modificando al fenotipo: los tallos son más delgados, con menos cantidad de cera sobre la superficie, se reducen los tejidos de soporte mecánico, incrementa la cantidad de

agua en las células y el crecimiento es heterótrofo (Denng & Donnelly, 1993). Todas estas alteraciones vuelven necesario incluir una etapa de aclimatización en los protocolos de micropropagación para que las plantas recuperen sus características tanto morfológicas como fisiológicas. Las condiciones que involucran este periodo, implican incremento en la incidencia de luz, reducción de la humedad, variaciones térmicas, septicidad, la selección adecuada de un sustrato así como un crecimiento óptimo en las plantas para un obtener un alto porcentaje de sobrevivencia.

La selección apropiada de un sustrato con baja septicidad, alta aireación, permeabilidad y un grado de acidez adecuado, es requisito para garantizar condiciones de iniciación y crecimiento autótrofo. También es necesario que los sustratos sean capaces de mantener dichas características, entre otras, durante largos periodos de tiempo sin que se deterioren, evitando así la compactación y falta de aireación y permeabilidad.

En consecuencia, la selección de los sustratos que aseguran la sobrevivencia de las plantas provenientes de cultivo *in vitro*, es un componente clave que debe abordarse. Sin embargo, son pocos los trabajos publicados que se han empleado de este elemento. Existen pocos trabajos en relación al proceso de “endurecimiento” o aclimatización *Laelia*, pues la mayoría de los ensayos sobre conservación y regeneración de especies pertenecientes a este género, únicamente abordan la parte experimental del cultivo *in vitro*, dejando de lado el paso posterior, que vendría siendo este. Sin embargo, el género *Cattleya* actualmente es aquel mayormente documentado en cuando a su etapa de aclimatización, dado que en países principalmente de Suramérica, se considera un género de relevante importancia ornamental (Tabla 5).

Autor	Año	Especies	Desarrollo de la investigación
Briceño	2004	seis especies del género <i>Cattleya</i>	De los cuatro tratamientos que se administraron (A1 Tallo de helecho arborescente, sin maceta; A2 Carbón vegetal con piedras de río y musgo, en maceta; A3 Tecnopor, carbón vegetal y tallo picado de helecho arborescente en maceta; A4 Musgo con tecnopor y tallo picado de helecho arborescente en maceta): A1 no presentó reacción favorable para

			ninguna de las especies empleadas.
Schnitzer	2010	<i>Cattleya intermedia</i> (John Lindley) y <i>Miltonia dowesii</i> (John Lindley)	El desarrollo vegetativo y radicular de especies de orquídeas brasileñas en diferentes sustratos y extracto piroleñoso; plántulas de propagación <i>in vitro</i> fueron transferidas a distintos sustratos: T1 - corteza de <i>Pinus</i> (Pi), fibra de coco (Co) y cáscara de arroz carbonizado (Cr); T2 - PiCoCr y carbón vegetal (Ch), T3 - PiCoCrCh con carbón tratado con extracto piroleñoso (PE); T4 - CoCrChEp y T5 - CoCrCh. En general, el extracto piroleñoso incrementó el desarrollo vegetativo y radicular de las orquídeas estudiadas.
Villa <i>et al.</i>	2007	No se especifica.	Para evaluar la influencia de sustratos alternativos en la aclimatización de orquídeas emplearon: Plantmax® + vermiculita; Plantmax® + cascara carbonizada de arroz; Plantmax® + cascara de café; Plantmax® + cascara de coco; Plantmax®+ xaxim; Plantmax® + vermiculita + cascara carbonizada de arroz; Plantmax® + vermiculita + cascara de café; Plantmax® + vermiculita + cascara de coco; Plantmax® + vermiculita + xaxim. Los resultados solo presentaron diferencia significativa para longitud de la parte aérea. Sin embargo, los dos sustratos que destacaron en cuanto a esta variable fueron Plantmax®+ xaxim y Plantmax® + vermiculita + xaxim. Se mostró que Plantmax® es un componente eficiente para la formulación de sustratos en la aclimatización de orquídeas.
Sorace <i>et. al</i>	2009	<i>Cattleya intermedia</i> X <i>Hadrolaelia purpurata</i>	Se logró evaluar la eficacia de diferentes sustratos de origen vegetal en el crecimiento de plántulas obtenidas mediante cultivo <i>in vitro</i> . Dichas plántulas se aclimatizaron en distintos sustratos: xaxim

			desfibrado como control, cascara de arroz carbonizado, fibra de coco, corteza de pino, cascara de arroz carbonizado + fibra de coco (1:1), cascara de arroz carbonizado + corteza de pino (1:1), corteza de pino + cascara de arroz carbonizado + fibra de coco (1:1:1). Se mostró que todos los sustratos empleados pueden ser recomendados como sustituto del xaxim, aunque la fibra de coco mostro ser menos eficiente en el desarrollo de partes radicales y aéreas en las plantas. Los mejores resultados los obtuvieron aquellas plantas cultivadas en cascara de arroz carbonizado + corteza de pino (1:1).
Colombo <i>et al.</i>	2005	<i>Cattleya</i> chocolate drop x <i>Cattleya</i> <i>guttata</i> <i>Laelia</i> <i>tenebrosa</i>	Se evaluó la eficiencia de diferentes sustratos vegetales bajo dos sistemas de riego, durante la fase de aclimatización. Los tratamientos en relación a los sustratos fueron: polvo de fibra de coco, fibra de coco, fibra de Xaxim (fibra de helecho arborescente) y <i>Sphagnum</i> . Los sistemas de riego fueron a mano e intermitente. El substrato a base de polvo de coco y el sistema de riego intermitente fueron los tratamientos más indicados para la aclimatización de la orquídea <i>Cattleya</i> chocolate drop x <i>Cattleya guttata</i> <i>Laelia tenebrosa</i> .
Yamakami <i>et al.</i>	2006	Cultivo de híbridos pertenecientes al género <i>Cattleya</i>	Los distintos sustratos: fibra de coco, corteza de <i>Pinus</i> + cascara carbonizada de arroz (1:1 v/v); corteza de <i>Pinus</i> + cascara carbonizada de arroz (2:1 v/v); corteza de <i>Pinus</i> + cascara carbonizada de arroz (1:2 v/v); corteza de <i>Pinus</i> y cascara carbonizada de arroz fueron administrados en el cultivo de las plántulas. La fibra de coco fue el tratamiento que mejores resultados obtuvo para ser considerado como alternativa de empleo de fibra de helecho

			arborescente para el cultivo de <i>Cattleya</i> .
Lone <i>et al.</i>	2008	<i>Cattleya intermedia</i>	Se utilizaron distintos sustratos (fibra de helecho arborescente, <i>Sphagnum</i> , cascara de arroz carbonizado, corteza de <i>Pinus</i> + fibra de coco (1:1 v v-1); corteza de <i>Pinus</i> y fibra de coco) para evaluar el desempeño de los mismos en el desarrollo de plántulas de <i>Cattleya intermedia</i> durante la etapa de aclimatación. Dentro de los resultados, se logró evidenciar que el sustrato de fibra de coco y la mezcla de corteza de <i>Pinus</i> + fibra de coco (1:1 v v-1) son los más apropiados como alternativas de fibra de helecho arborescente y <i>Sphagnum</i> para el cultivo de <i>Cattleya intermedia</i> .
Franco <i>et al.</i>	2007	<i>Cattleya trianae</i>	Se realizó un ensayo sobre diez sustratos, entre orgánicos (corteza de pino, fibra de coco y desperdicios de madera), inorgánicos (espuma de poliestireno), carbón vegetal y la mezcla de estos para evaluar los efectos en el desarrollo morfo métrico y fenotípico de plántulas durante su etapa de aclimatización, luego de haber sido cultivadas <i>in vitro</i> . La fibra de coco sola o mezclada en partes iguales con corteza de pino y carbón vegetal, fue el tratamiento que mostró mejores resultados en cuanto al porcentaje de sobrevivencia, biomasa y longitud de las hojas.
Francisco	2008	<i>Trichocentrum carthagenense</i> y (Jacq.) Sw. y <i>Laelia eyermaniana</i> Rchb. f.	Se realizó la aclimatización <i>ex vitro</i> de las plántulas obtenidas de ambas especies, colocándolas en sustratos orgánicos no convencionales: fibra de coco ( <i>Cocos nucífera</i> L), fibra y hoja de palma soyate ( <i>Brahea dulcís</i> , y uno comercial (Vermiculita). El mejor sustrato para aclimatización de plántulas de <i>T. carthagenense</i> fue la hoja de palma y para <i>L</i>

			<i>eyermaniana</i> la fibra de palma, la mayor supervivencia se logró con plantas grandes y en el caso de <i>L. eyermaniana</i> la densidad estomática se duplico al pasar a condiciones <i>ex vitro</i> .
Gómez	2009	<i>Laelia gouldiana</i>	Fue evaluado el desarrollo de segmentos de tallo y hoja en MS 50 % adicionados con dos concentraciones de ANA y tres de agua de coco. De las secciones de tallo y hojas se regeneraron brotes individuales y grupos de PLB's; ambos se desarrollaron hasta plántulas completas. El mayor número de regenerantes se logró a partir de tallo, con 0.1 mg/L ANA, mientras que de hoja se obtuvo con 0.5/1 mg/L ANA/BA 0.56 brotes por explante, todos después de 75 días de cultivo. Luego del cultivo, las plántulas regeneradas se aclimatizaron en charolas de plástico con tres combinaciones de sustratos (peat moss/agrolita 3:1, fibra de coco/agrolita 3:1 y peat moss/fibra de coco/agrolita 3:3:1), respectivamente. La mejor combinación fue peat moss/agrolita, con sobrevivencia de 98 %, después de 150 días.
Sierra	2006	<i>Laelia autumnalis</i>	Fueron estudiaron los procesos de la germinación asimbiótica <i>in vitro</i> con diferente calidad de luz, así como el crecimiento y desarrollo <i>ex vitro</i> de las plantas generadas. Se determinó su efecto mediante las diferencias morfológicas, de desarrollo, de pigmentos y biomasa, concluyendo que la ausencia de luz, no inhibe el proceso de germinación, aunque las semillas bajo obscuridad retardaron su crecimiento y el cambio de estado morfológico, así también que la calidad e intensidad de la luz modificada por medio de filtración, tienen un efecto directo en el desarrollo de las plántulas, ya sea

			<p>acelerando o retardando el crecimiento y desarrollo. En la etapa <i>ex vitro</i> se evaluó el efecto de seis mezclas de sustratos y la acción de tres tipos de fertilizantes y siete formas de aplicación, con lo que se determinó que la combinación de agrolita y <i>Sphagnum</i> fue la mejor mezcla de sustratos para aclimatización por el alto índice de supervivencia, además de generar la menor pérdida de hojas, raíces y la mayor longitud de raíz y longitud foliar y que el empleo de fertilizantes de liberación controlada favorece la producción de raíces y peso fresco.</p>
--	--	--	--

Tabla 5. Trabajos sobre desarrollo vegetativo y etapa *ex vitro* de *Laelia* y *Cattleya* con distintos tipos de sustratos y condiciones ambientales.

# MÉTODOS DE CONSERVACIÓN

---

## El concepto de conservación

El crecimiento exponencial de la población humana ha venido acompañado de una demanda y decremento de los recursos naturales del planeta. Esta extracción de recursos por parte de la población humana se ha dado a una tasa mayor a la que dichos recursos se regeneran naturalmente, modificándose los componentes y la dinámica de los sistemas naturales. Así, se ha llegado a un punto en el cual la permanencia de dichos sistemas naturales está fuertemente amenazada, por lo que, la sociedad ha reconocido que se trata de una crisis ambiental (Meffe & Carroll, 1997).

Ante esta crisis, a causa de la transformación destructiva de la naturaleza como resultado del desarrollo humano, la toma de conciencia sobre la necesidad de proteger y conservar las especies silvestres condujo al desarrollo durante la segunda mitad del siglo pasado de una disciplina: biología de la conservación. Misma que tiene de manera general, dos objetivos centrales:

1) investigar los efectos que las actividades humanas tienen en los sistemas naturales, considerándose los diferentes niveles organizacionales, de los individuos, especies, comunidades y ecosistemas.

2) desarrollar aproximaciones prácticas que permitan prevenir la degradación del hábitat y la pérdida de especies, restablecer ecosistemas y reintroducir poblaciones de especies, así como generar métodos sustentables de aprovechamiento de recursos naturales (Primack *et al.*, 2001).

Esta disciplina, definida por Feinsinger (2003) es considerada el campo de estudio y acción que trata del manejo del paisaje, de tal forma que a corto y mediano plazo se minimicen o neutralicen los efectos negativos de los seres humanos sobre la naturaleza–y a largo plazo provea a los otros seres vivos del máximo número de alternativas para tolerar y sobrevivir la breve presencia en este planeta.

Existen algunas formas en que las orquídeas pueden conservarse, pero lo primero a definir es lo que se quiere decir con el término conservación. La conservación es el esfuerzo para



mantener una especie de tal manera, que se logre evitar la extinción. En otras palabras, es mantener una especie viva, enfrentando presiones que bien podrían ser causa de la muerte de todos los miembros de ese grupo o taxón. Algunos podrían argumentar que esto es simplemente una definición de la preservación y que el éxito de la conservación va mucho más allá. También se podría incluir, el proveer un ambiente en el que las especies puedan continuar sobreviviendo, reproduciéndose y, de ser necesario, cambien y se sometan a una evolución normal en respuesta de cambios en las condiciones naturales del medio.

## Conservación *in situ*

Es considerada como la estrategia de conservación que permite mantener la variación genética de las especies, sus interacciones con otros organismos y la capacidad para seguir evolucionando; conservar la biodiversidad *in situ* consiste en proteger los ecosistemas naturales manteniendo las poblaciones de las especies que los componen o recuperándolas si se han deteriorado, de tal forma que se mantenga la diversidad de los organismos vivos, sus hábitats y las interrelaciones entre los organismos y su ambiente (Spellerberg & Hards, 1992). La conservación *in situ* de especies cultivadas se refiere a mantenerlas en los sitios en donde han desarrollado sus características. Estas condiciones permiten que se siga generando diversidad genética, proceso que se interrumpe en el material conservado fuera de su hábitat natural. Conservar en la naturaleza (*in situ*) conlleva además el beneficio de combinar la conservación con la utilización pues las comunidades que tradicionalmente han mantenido los recursos también se sirven de ellos. Entonces, si el objetivo es conservar genotipos específicos, será conveniente optar por la alternativa *ex situ* mientras que si lo que buscamos es conservar las especies en su ambiente (ecosistema) necesariamente habrá que hacerlo *in situ*.

Las estrategias de conservación *in situ*, comprenden la del ambiente y la de los recursos fitogenéticos, las cuales son complementarias, no idénticas y requieren de abordajes metodológicos diferentes. La conservación de ejemplares de una especie es diferente de la conservación de la diversidad de esa especie, sin embargo ambos objetivos requieren que se conserve el ambiente. También son necesarios planes de monitoreo y de manejo específicos, que permitan el mantenimiento de la diversidad genética a través del tiempo.

Obviamente en el marco de la conservación del ambiente físico, biótico y cultural que le ha dado lugar.

La Conservación *in situ* de la biodiversidad y de los recursos fitogenéticos son parte fundamental de una estrategia destinada a mantener y mejorar la calidad de vida en el planeta. Desde el punto de vista del desarrollo de la agricultura, la conservación *in situ* es un pilar fundamental sobre el que se basa cualquier propuesta de desarrollo sostenible, cobrando aún mayor relevancia ante la perspectiva del Cambio Climático Global, en que se requerirán nuevas adaptaciones de las plantas (Parry, 1992; Prance, 1997). La preocupación e implementación de programas o proyectos de conservación *in situ* de los recursos fitogenéticos en el mundo es relativamente reciente, básicamente a partir de los años 90; acompañando los cambios de paradigmas impulsados desde los ámbitos dedicados a la Conservación y Utilización Sostenible de la Diversidad Biológica. El Convenio sobre Diversidad Biológica (1992) plantea claramente el papel estratégico de la Conservación *in situ*, estableciendo que las medidas de Conservación *ex situ*, deberán adoptarse a los efectos de complementar las medidas *in situ*. De acuerdo con el texto derivado de la Convención sobre Diversidad Biológica (CBD por sus siglas en inglés), con la participación de 187 países, la conservación *in situ* puede y debe ser siempre una prioridad para los gobiernos (Wyse, 2001).

En México se han desarrollado diversas estrategias cuya implementación supone grandes retos. Entre ellas destacan, por su importancia, las áreas protegidas (AP), las unidades de manejo para la conservación de la vida silvestre (UMA) y los esquemas de pago por servicios ambientales (PSA), cada uno de las cuales cubre un ámbito específico de conservación que puede complementarse con los demás para promover una protección más integral (CONABIO-PNUD. 2009).

El Sistema Nacional de Áreas Naturales Protegidas (SINAP), está conformado por áreas que por su diversidad y características ecológicas son consideradas representativas de las regiones biogeográficas y ecológicas del país, así como de los ecosistemas más frágiles, que se pretende funcionen como ejes de conservación y desarrollo sustentable de la biodiversidad en sus tres niveles de organización, en particular de las especies catalogadas en alguna categoría de riesgo de extinción, propiciando la investigación científica, con la

obtención y divulgación de conocimientos que permitan rescatar la biodiversidad nacional (CONABIO, 1998).

Las áreas protegidas son ecosistemas terrestres y/o marinos en donde se conservan por tiempo indefinido la diversidad biológica y otros recursos naturales, al igual que las características culturales asociadas a ellos. Geográficamente definidas y legalmente designadas, las áreas protegidas aplican diferentes grados de aislamiento a las poblaciones que conservan dependiendo de lo amenazadas que estén estas especies. Hoy día, la conservación no excluye el desarrollo social y económico, por lo que, se permite a las comunidades con tradición en una zona protegida aprovechar los recursos y a otros grupos realizar actividades de investigación, educación y ecoturismo.

Aunque muchas especies de plantas están siendo rescatadas por métodos *ex situ* y reintroducción, la forma más importante para la conservación de una especie vegetal es a través de la protección del hábitat en que vive. De esta forma, se conservan los animales asociados a la polinización y dispersión de diásporas y también los animales, especialmente insectos, que pueden depender de la especie que se dispone conservar. Una especie individual no tiene nunca su propio ecosistema aislado, sino que interactúa con los demás de muchas maneras y por lo general apoya a varios otros. Tal vez la mayor importancia de la conservación de un ecosistema en lugar de la conservación *ex situ* de especies individuales es que permite que el proceso de evolución pueda continuar de forma natural. Ninguna especie se mantiene estática, por lo que, está continuamente interactuando con el entorno físico y compitiendo con otras especies en el mismo ecosistema.

Para que una especie tenga un futuro viable, ésta debe ser capaz de competir y mantener su capacidad competitiva sólo si el proceso evolutivo permite que continúe. Este aspecto se está convirtiendo especialmente importante a la luz de los cambios climáticos en todo el mundo que están teniendo lugar como resultado del calentamiento global. Como los patrones del clima cambian, las plantas tendrán que adaptarse y migrar a nuevas áreas (Lynch y Lande, 1993). Lamentablemente, la fragmentación del hábitat y la asistencia humana están haciendo dificultando cada vez más que esto ocurra de forma natural.

Otra de las ventajas de la conservación *in situ*, que es relevante para el desarrollo evolutivo de una especie, es que es mucho más fácil para conservar una población viable de una especie en su hábitat natural y no en una situación *ex situ*.

## Conservación *ex situ*

La conservación *ex situ*, en cautiverio o en colecciones, es la aplicación de una amplia variedad de recursos, técnicas e infraestructuras especializadas que contribuyen a la recuperación y sobrevivencia de individuos o poblaciones fuera de su hábitat. Es considerada como alternativa de preservación más que como conservación, ya que disminuye la presión sobre poblaciones silvestres en aquellas plantas que son de interés científico, hortícola, comerciales y de interés para recolectores. Además, la base para una estrategia integral de conservación debe contemplar, para cada taxón, una selección de muestras biológicas con la más amplia diversidad genética y los métodos apropiados para su propagación y conservación (almacenamiento de semillas, criopreservación, cultivos *in vitro*, etc.) (UICNBGCS y WWF, 1989). Por lo que, se considera como un complemento a los esfuerzos de conservación *in situ*, ya que de esta forma es posible preservar parte de la diversidad genética y especies particulares que están en riesgo (CONABIO, 1998). Un objetivo central de la conservación *ex situ* es reducir el riesgo de extinción de especies o poblaciones, en algunos casos con el propósito de restablecer poblaciones nuevas en el hábitat natural. Por lo que recientemente se ha aceptado que la conservación *ex situ* es la única alternativa para la conservación de especies extremadamente amenazadas (Hágsater y Soto, 1998).

Perdió relevancia la tradicional controversia de la Biología de la Conservación sobre la mayor o menor idoneidad de las técnicas *in situ* frente a las *ex situ*. Al menos en lo referente a la flora silvestre. El desarrollo de las técnicas y métodos de trabajo, permitió encontrar una tercera vía de encuentro. La restauración de ecosistemas y la recuperación de especies y poblaciones en peligro de extinción, en cualquiera de sus modalidades (introducción, reintroducción, fortalecimiento y traslocación) posibilitaron la conjunción en un solo programa integrando de los métodos *ex situ* e *in situ*. Pues aunque el cultivo fuera de la naturaleza está considerado como conservación *ex situ*, éste adquiere su verdadero

sentido cuando se pone en el contexto del modelo de la conservación integrada (Falk, 1990), pues en éste se establece que después de reconocer las amenazas para la supervivencia del taxón de interés, puede decidirse que las acciones fuera de la naturaleza pueden contribuir a la disminución del riesgo de desaparición del taxón. En consecuencia, el cultivo *ex situ* se concibe como una etapa de transición pues el fin de la conservación es tener a los individuos viviendo y evolucionando en condiciones naturales.

Las especies y genes pueden conservarse *ex situ* por distintos mecanismos, entre ellos, los bancos de germoplasma y las colecciones de tejidos o bien las colecciones de organismos vivos como jardines botánicos (CONABIO, 1998). Con el objetivo de reducir y desalentar la colecta de plantas en su hábitat, ésta estrategia se presenta en dos variantes principales:

- La propagación y mantenimiento de las especies que no pueden subsistir en la naturaleza,
- y la propagación masiva y comercialización de la mayor cantidad de especies

Dentro de los centros donde se desarrolla la conservación *ex situ* de especies vegetales en México, se consideran los jardines botánicos y los laboratorios de cultivo de tejidos. La Asociación Mexicana de Jardines Botánicos, A.C. registra 51, de los cuales 37 trabajan activamente, mientras que únicamente 16 registrados en 2003 albergan cerca de 37% de los taxa incluidos en la NOM-059-SEMARNAT-2001. En México, dentro de estos centros botánicos se trabaja intensamente en la educación ambiental. En cuanto a la conservación de plantas, la labor se dirige sobre todo al cultivo y uso sustentable, y en menor proporción a la investigación. Suponiendo que las 980 especies de plantas mencionadas en la NOM-059-SEMARNAT-2001 necesitaran algún tipo de manejo *ex situ*, idealmente cada jardín botánico debería integrar en sus colecciones 20 de estas especies. Existen diversas instituciones que cuentan con laboratorios de cultivo de tejidos vegetales.

Se ha demostrado la importancia de las colecciones *ex situ* en la conservación de plantas silvestres a través de su uso como albergue temporal o permanente para numerosos taxones amenazados, cuando el hábitat natural ha sido destruido, (Sunderland *et al.*, 2002; Vovides *et al.*, 2002; Lazcano, 2004). Las colecciones constituyen una fuente de material a propagar que se utiliza para trabajos de conservación *in situ* y para reducir el impacto

ambiental de personas interesadas en las plantas silvestres (*e.g.* empresas farmacéuticas y coleccionistas). Además, el material cultivado puede ser empleado en el desarrollo de investigaciones para la reducción del costo de producción de ejemplares botánicos y puede servir de base para la conducción de proyectos de educación y concienciación pública respecto a la importancia de la biodiversidad y de su conservación.

Los centros de conservación *ex situ* tienen un importante valor educativo potencial y un objetivo responsable, tanto para sensibilizar a la población visitante sobre la importancia de la naturaleza y el valor de la conservación como para la formación de recursos humanos en los niveles de educación medio superior y superior. Sin embargo, con frecuencia estos han sido poco aprovechados a causa de la poca difusión e importancia que se les ha brindado a nivel nacional.

Una parte esencial en sistemas de conservación de germoplasma *ex situ* (como los bancos de semillas o almacenamiento a largo plazo a bajas temperaturas con una humedad relativa controlada), es la ejecución de pruebas cuantitativas de germinación y crecimiento, a partir de las cuales se establece la viabilidad y longevidad de una muestra de semillas, para conocer la capacidad de sobrevivencia de la misma. En condiciones idóneas, este tipo de conservación minimiza el envejecimiento, evitando la destrucción del material por factores bióticos y abióticos, permitiendo contemplar algunas opciones para reducir la pérdida de viabilidad y así disponer de material para la reproducción e investigación de germoplasma silvestre.

Otro sistema *ex situ* se realiza por medio del cultivo de tejidos vegetales, el cual se basa en la totipotencialidad celular para la obtención de plantas completas. En estas metodologías se pueden controlar relativamente los procesos morfogénéticos, fisiológicos y bioquímicos de los tejidos. El mantenimiento de dichos tejidos, células y órganos ocurre en envases de vidrio (*in vitro*) en un medio artificial nutritivo.

Cualquier tipo de conservación implica dificultades, aunque los métodos *ex situ* son probablemente los más complejos y difíciles de tratar. Las colecciones de plantas vivas requieren una constante atención y recursos; los que deben estar previstos de perpetuidad.

Sin embargo, para muchas especies para las cuales el hábitat ya no existe, la conservación *ex situ* puede ser la única alternativa viable para evitar la extinción.

Dentro de las problemáticas presentes en las colecciones *ex situ* de orquídeas, está el hecho de que cuando se cultiva una cápsula de semillas de orquídea, se obtienen varios miles de semillas como resultado. En la naturaleza la mayor parte de las semillas no logran encontrar un sitio adecuado para germinar, y de las que lo consiguen, casi todas mueren. Sin embargo, en condiciones artificiales un alto número llega a sobrevivir. En cambio en condiciones controladas se exhibe la tendencia de que gran cantidad de las plántulas son producidas sin necesidad de emplear toda la población para formar la siguiente generación, sino que solo son utilizados dos individuos (progenitores) para proporcionar la mayoría de la descendencia. Razón por la cual, dentro de un corto número de generaciones posteriores, casi toda la variación natural desaparecerá. Esto se conoce como la endogamia y el efecto más perjudicial de ésta es la aparición de la homocigosis. La cual permite que los genes perjudiciales se expresen y como resultado se obtenga descendencia débil, no vigorosa, a menudo portadora de flores u hojas con algún tipo de malformación malformadas. Dicha condición recibe el nombre de depresión endogámica, es particularmente evidente cuando comienza con las poblaciones que contienen un pequeño número de individuos y en última instancia conduce a la extinción. Aunado a este hecho, se presenta también una reducida capacidad de adaptación al medio silvestre conforme las generaciones permanecen en cautiverio (McPhee & Silverman 2004; Kraaijeveld, *et al.* 2006).

La importancia de la conservación *ex situ* es valiosa para realizar estudios sobre distintos aspectos de la biología o conducta de las especies, el desarrollo de vacunas para prevenir enfermedades tanto en poblaciones silvestres como en individuos para reintroducirlos al medio silvestre (Wandeler, *et al.* 1988; Williams, 1973) y el desarrollo de técnicas de fertilización o reproducción *in vitro*. Es importante resaltar el hecho de que mantener ejemplares de especies en cautiverio o en colecciones, aunque haya reproducción o investigación, no implica que sea parte de un programa de conservación *ex situ*. La reintroducción o liberación de ejemplares a la vida silvestre es el último paso de la conservación *ex situ*, logrando contribuir al proceso de restauración ecológica mientras se cuente con el hábitat disponible y las presiones ambientales que originaron la reducción de

las poblaciones de estas especies hayan desaparecido o al menos disminuido considerablemente.

Las técnicas de conservación *in situ* y *ex situ* se unen más estrechamente en la reintroducción y recreación del hábitat de especies raras y en peligro de extinción. A medida que más hábitat natural se ha perdido y sólo se conservan las especies *ex situ*, será necesario restaurar los hábitats de forma adecuada. En un futuro, muchas especies en peligro de extinción no estarán en hábitats naturales no perturbados, sino en los hábitats artificiales que se han creado para mover de nuevo a situaciones *in situ* a dichas especies. Por lo que, el enfoque adecuado acentúa el hecho de que la conservación *ex situ* debe considerarse prioritaria para aquellos casos en que no existen posibilidades de mantener efectivamente los recursos fitogenéticos en la naturaleza.



# PROPUESTAS DE MANEJO PARA LA CONSERVACIÓN DE *Laelia*

---

En la actualidad se considera que las técnicas de conservación *in situ* y *ex situ* constituyen aproximaciones complementarias para alcanzar un objetivo común (Falk, 1989; UNCED, 1992; Ramanatha Rao & Riley, 1994). De igual manera, los diversos métodos de almacenamiento y propagación disponibles no deben identificarse como alternativas excluyentes (Withers, 1993). Los planes de recuperación de especies amenazadas tienden hacia un enfoque integrado en la utilización de los métodos de conservación. Cada técnica de conservación posee ventajas e inconvenientes y por ello resulta interesante complementar unos y compensar otros mediante la integración de varios métodos (Maxted *et al.*, 1997). Un elemento clave inherente a cualquier técnica de conservación es el adecuado manejo de la información.

Son evidentes las carencias en la sistematización, fuentes fidedignas de información y en la coordinación institucional de grupos civiles y académicos dedicados a la conservación *ex situ*. En general es notable la insuficiente vinculación entre la conservación *in situ* y la *ex situ*, siendo esta última una herramienta con enormes potencialidades, pero todavía subvalorada y con importantes rezagos. Existen algunas actividades que en conjunto llegan a constituir estrategias para la conservación de flora amenazada, pero no han sido aplicadas de forma conjunta e integral para la conservación *in situ* y *ex situ* del género *Laelia*. Tales actividades implican la propagación artificial mediante técnicas de cultivo *in vitro*, mantenimiento de especies vegetales dentro de sus ecosistemas, establecimiento de prioridades de conservación y actuación en la reintroducción o reforzamiento de poblaciones amenazadas. Para una adecuada gestión *in situ* se requiere obtención, organización y procesado de información relativa a la biología de la especie a conservar, la ubicación de las poblaciones y las características del medio físico y biótico (Schemske *et al.*, 1994).

Por otro lado, en conservación *ex situ* los bancos de germoplasma y jardines botánicos requieren igualmente una adecuada recopilación y manejo de la información relativa a: las colecciones, su identidad taxonómica y genética, su estado fisiológico y sanitario, su

ubicación en el centro y los datos de origen del material vegetal. Por todo ello, el éxito y los beneficios de los programas de conservación dependen en gran medida de este factor, que en ocasiones no es suficientemente considerado.

Una buena estrategia de manejo para la conservación del género, debe lograr un aumento en la colaboración y cooperación institucional para fortalecer y apoyar las iniciativas de conservación a nivel local, regional y nacional. En México, tanto las comunidades locales, organizaciones no gubernamentales (ONG's), gobiernos locales y el gobierno Federal (a través de instituciones como SEMARNAT, PROFEPA, CONAFOR, CONABIO, entre otras), así como instituciones educativas, deberán continuar involucrados en la situación, incrementando su apoyo en el manejo actual de las áreas en conservación y atendiendo en este caso, principalmente aquellas zonas que sean ricas en orquídeas. (Hágsater y Soto, 2001).

Por lo que, es importante conseguir algún tipo de patrocinadores e inversores, los cuales no sólo decidan involucrarse profunda y gustosamente en esta labor de conservación, sino que logren comprender que una de las formas más adecuadas de conservar un recurso natural es hacerlo producir sin que se vea destruido o deje de existir; es decir, obtener los beneficios que una comunidad natural puede proporcionar sin conducirla hacia un deterioro irreversible. No todas las comunidades naturales tienen la misma flexibilidad para permitir una explotación racional; algunas pueden ser explotadas con relativa intensidad sin ser destruidas, pero otras sufren serias alteraciones aún bajo presiones de explotación moderadas. Sin embargo, a veces la prohibición total del uso de cierto recurso puede ser más perjudicial para su conservación que su explotación racional, ya que puede orillar principalmente a que poblaciones regionales lo exploten ilegalmente o destruyan su hábitat, como en el caso de *Laelia*, para destinarlo a otro uso productivo.

Para una mejora en la conservación *in situ* de orquídeas *Laelia*, entre otras, es primordial:

1. Contar con los conocimientos básicos de la ecología característica de la familia Orchidaceae;
2. Realizar observaciones en condiciones naturales de los ejemplares de interés; además de contar con experimentación limitada
3. Un buen análisis de datos, junto con

4. El monitoreo de especímenes en hábitats naturales debe ser guiado y regulado por algún organismo o asociación legal y/o de cooperación legal (Cattling, 1996). Puesto que permanencia de la mayor parte de las orquídeas en la naturaleza depende en gran medida de la conservación de grandes áreas con ambientes primarios (Hágsater *et al.*, 2005).

Se pretende ahora reducir la dispersión, facilitar la disponibilidad y establecer criterios comunes y homologados para los métodos y protocolos aplicables en los trabajos de conservación y propagación de uso sostenible del género *Laelia*, por lo que es importante desarrollar las medidas oportunas para que ninguna especie perteneciente al género que se encuentre demandada por el comercio nacional esté sometida a extracciones no sostenibles, y promover proyectos de cooperación de índole internacional para que dichas especies sujetas a la venta, sean extraídas de una forma no perjudicial para su supervivencia en los países de origen, en este caso México, en aplicación de los compromisos adquiridos como país signatario de CITES. Por lo que, es necesario reforzar la capacitación en la identificación y detección del tráfico ilegal de especies y especímenes, de los funcionarios mexicanos implicados en este control.

En México es trascendental crear una base de datos que integre un inventario nacional de ejemplares de orquídeas y sus relaciones con otros organismos, que han sido conservados *ex situ*, la cual pueda actualizarse de forma constante e incluya información sobre las capacidades de almacenaje, seguridad, documentación y caracterización que han ido definiéndose en base a otros estudios realizados. Esta base de datos debe formar parte de una estrategia nacional para la conservación de recursos orquideológicos *ex situ* e *in situ*, con la finalidad de fomentar la investigación multidisciplinario y el desarrollo de programas integrales de manejo y conservación de estas plantas, así como, la promoción del desarrollo de esquemas que incrementen la participación de la industria privada por medio de incentivos financieros, al incrementar la comercialización de este tipo de plantas.

La experiencia de recuperación de estas especies es bastante reducida en nuestro país, por ejemplo, son contados los centros de reproducción *ex situ* que existen en sitios como jardines botánicos, instituciones educativas, centros de comercialización, y en general es poco el efecto directo que estos han tenido en la conservación del género *Laelia*. Sin

embargo, se verán más resultados en la medida en que a las especies que están en programas de conservación se les realice un seguimiento hasta que logren ser reintroducidas a sus áreas originales y logren contribuir a la restauración de ecosistemas y cuando los programas educativos se extiendan a todos los centros de reproducción abiertos al público y cuenten con programas dirigidos a generar un cambio de actitud en la población.

Una adecuada estrategia para reforzar la conservación del género *Laelia* es incentivar a los viveristas y dueños de colecciones privadas para la generación de actividades alternativas en las que colaboren para la generación de cuotas que podrían servir como fondo económico y particular para realizar reintroducción de especies a su medio silvestre. Entre dichas actividades está la realización de cursos, talleres, exposiciones, el diseño de algunas rutas turísticas de los puntos donde habitan las especies más llamativas, entre otras. Por otro lado, es fundamental trabajar en la formulación de propuestas y alicientes que logren llamar la atención de aquellos que poseen tierras cercanas a los puntos de distribución de especies de *Laelia* o quienes están en contacto directo con los ejemplares silvestres que aún quedan en la naturaleza; en otras palabras, empresarios del sector privado. Ya que de esta forma pueden lograrse convenios en donde éstos intervengan económicamente a lo largo de programas de propagación y cultivo de *Laelia*, con el propósito de una producción comercial, atendiendo a su vez el mantenimiento de poblaciones naturales, elevando así las ventas en el mercado ornamental de México. En consecuencia de que las técnicas de conservación *ex situ*, como el cultivo *in vitro* de especies de *Laelia*, son una buena alternativa para restablecer poblaciones silvestres.

Pese a toda la experiencia acumulada por pobladores regionales de aquellas zonas donde habita el género *Laelia*, se requiere hacer un esfuerzo de sensibilización ciudadana e incorporar en los programas docentes la importancia de la diversidad de las orquídeas, en este caso en particular sobre este género, la necesidad de su conservación, modificando el contenido de planes y programas docentes, promoviendo nuevas iniciativas mediáticas a favor de la diversidad como paradigma de conservación y sostenibilidad.

Los espacios de educación ambiental y participación ciudadana son una herramienta fundamental para la transmisión de saberes y la sensibilización para un manejo adecuado

del ambiente que rodea a las orquídeas. Como marco de acción para la educación y concienciación pública, se plantea fortalecer la divulgación de conocimiento y la promoción de paquetes educativos en centros de educación en los que se comparta información relativa a la importancia y cultivo del género *Laelia*.

La herramienta de conseguir una participación integral inter-institucional, también favorece la canalización de recursos internacionales, al ampliar el rango de opciones y fortalecer las propuestas para la búsqueda de recursos. Dicho de otro modo, es una opción viable el que ejemplares de *Laelia* o inclusive de otros géneros, sean traídos, resguardados, propagados y estudiados detalladamente en al menos una institución de investigación o educación en donde se tengan las instalaciones y recursos necesarios para su conservación. De este modo, el intercambio de material vegetal y conocimiento tradicional del uso de plantas, fortalecerá el concepto de la riqueza en la biodiversidad del país, permitiendo ampliar los horizontes educativos al conocer un poco más sobre como es el manejo de las técnicas de conservación en otros países y naciones. Tomando en cuenta lo anterior, es sumamente importante que se dé prioridad y apoyo institucional al proceso de capacitación y trabajo cooperativo que esta propuesta implica. Ofreciendo no solo las herramientas económicas, en cuanto a disponibilidad de espacio y recursos físicos sino también el establecimiento de cursos y capacitaciones al equipo de trabajo que se encargue de llevar a cabo estas actividades.

Finalmente, en relación a este punto buscando obtener el mayor provecho al conseguir mejorar las condiciones, podría considerarse la instauración de corredores tipo ecológicos en los que se realicen visitas guiadas de tipo turístico y recreativo en las zonas con mayor importancia orquideológica del país, brindando información puntual en relación a la importancia ecológica de estas plantas, su papel en la naturaleza, los usos que han tenido a lo largo de la historia, el papel que desempeñan en la economía y la importancia que juegan en la cultura tradicional de México.

Es de sumo interés desarrollar un plan de repoblación que sirva como elemento de base para programas de manejo en la ejecución de proyectos con propósitos de conservación. No obstante, es sabido que todo plan de relocalización o repoblación requiere de la aplicación de conocimientos básicos sobre la biología y ecología de las especies que aquí se han

mencionado, a raíz de ensayos experimentales que por el contrario de lo que pueda pensarse para la mayor parte de este género aún son inexistentes. Sin embargo, las técnicas de propagación, cultivo y establecimiento de especies comerciales tradicionales con alta importancia comercial, como *Phalaenopsis* y *Cymbidium*, se han repetido en múltiples ocasiones. Como consecuencia de lo anterior, se requiere realizar un inventario nacional actualizado en general del patrimonio orquideológico en México, promoviendo la recopilación de conocimientos tradicionales procedentes de todos los pueblos y territorios del país donde este género se distribuye, relativos al uso especies, de las formaciones vegetales y de aquellos ecosistemas en los que se integran. De este modo, la creación de un registro nacional de conocimientos tradicionales sería una gran herramienta para promover el conocimiento entre las mismas regiones rurales respecto a la protección, certificación de origen, uso sostenible y distribución justa y equitativa de los beneficios derivados de ese uso. Dentro de este inventario nacional sería bueno considerar estudios que planteen como prioridad conocer no solo el número de especies que actualmente residen en el país, sino también determinar su estado actual (si cambiaron de categoría de riesgo), algún cambio en su distribución geográfica y ecológica actual como respuesta de las alteraciones tan evidentes que se conocen hoy día en relación a los hábitats de estas especies, así como, el monitoreo a largo plazo del estado de conservación de las poblaciones remanentes que representan este género.

La identificación y fortalecimiento de áreas prioritarias para la conservación, acompañado de estudios de monitoreo y evaluación en campo de poblaciones amenazadas, con el fortalecimiento de colecciones en centros de conservación *ex situ*, y el monitoreo para garantizar la variabilidad genética de estas poblaciones, son medidas propuestas para la implementación del eje de conservación *in situ - ex situ* de la estrategia.

El principal propósito de esta recopilación científica bibliográfica se fundamenta en la necesidad de contribuir con el intento de fortalecer el conocimiento de los mecanismos de conservación para que el género *Laelia* siga cumpliendo sus roles tanto biológicos, culturales y económicos. El valor económico de las especies silvestres puede constituir un riesgo y una oportunidad para su conservación. Puede ser un riesgo ya que en ocasiones se genera depredación y exterminio para obtener ganancias económicas expeditivas como ya se mencionó con anterioridad, particularmente cuando los mecanismos de control y

regulación son deficientes. Puede ser una oportunidad porque al ser una alternativa productiva, su uso sustentable puede generar un estímulo económico para su conservación. La transferencia al sector productivo de metodologías adecuadas de uso de laelias no silvestres permitiría su utilización sustentable y fomentaría el cuidado del género, cambiando esa percepción negativa para convertirse en uno de los argumentos de su conservación.

La evaluación de proyectos de aprovechamiento de *Laelia* debe partir de un enfoque integral, que considere el desarrollo local y las amenazas directas e indirectas actuales que influyen sobre la conservación de las poblaciones. Este enfoque permitirá detectar los múltiples factores que pueden afectar el desarrollo de un proyecto y realizar los ajustes típicos de un manejo adaptativo, tomando en cuenta las particularidades de cada especie, zona y condiciones que la influyen.

La implementación de las acciones propuestas en este plan exigirá disponer de voluntad política, esfuerzos presupuestarios y recursos humanos que promuevan el fortalecimiento institucional de los organismos que adhieran al plan así como la debida formación de capacidades para alcanzar los objetivos planteados. El financiamiento para sostener la diversidad y complejidad de una gestión como la propuesta en este documento, requerirá la creación de un fondo especial para solventar los gastos de los proyectos de manejo, el tránsito ilegal de productos, además de fomentar la investigación básica y aplicada sobre la especie, el desarrollo de tecnologías y la promoción de las nuevas prácticas y productos.

A lo largo de la revisión bibliográfica de este trabajo, se encontró que existe basta información sobre ensayos científicos de cultivo *in vitro* de organismos del genero *Laelia*, sin embargo, son pocos aquellos que dan seguimiento hasta llegar a la etapa de aclimatización de plántulas. La mayor parte de los trabajos registrados, evalúan principalmente el efecto de medios de cultivo adicionados con carbohidratos o fitoreguladores del crecimiento; por otro lado, existen evaluaciones de distintos fertilizantes, sustratos según su origen o la proporción en que están preparados, pero son muy escasos aquellos ensayos en los que se trabaje integralmente ambas partes. Además, respecto al proceso de aclimatización en la mayoría de los reportes registrados provienen de países sudamericanos, destacando Brasil. Evaluando este proceso en especies del género

*Cattleya* y algunas especies de *Laelia*. Sin embargo, pese a la gran importancia que tiene *Laelia* en México, son muy contados los trabajos que incluyen la parte de evaluación de condiciones *ex vitro*.

Como se mencionó en parte de la revisión bibliográfica, no es posible ponderar qué método *in situ* es el más conveniente para la conservación del género *Laelia*. Lo idóneo es realizar actividades de conservación que integren métodos *in situ* y *ex situ* en igual medida tanto como sea posible. En el primer caso, realizar evaluaciones de las poblaciones actuales y sus condiciones, el último trabajo reportado que menciona la distribución y estado del género en su totalidad tiene más de 10 años por lo que es importante realizar modificaciones para actualizar la información del presente (Halbinger & Soto, 1997). También es importante intentar reducir los daños directos e indirectos que repercuten en la calidad y cantidad de las poblaciones naturales, así como, instaurar nuevas áreas naturales protegidas que incluyan parte de dichas poblaciones, ya que afortunadamente muchas de las especies del género *Laelia*, comparten en algún sentido su distribución en México.

Por otro lado, también es importante continuar realizando estudios sobre la propagación *in vitro* de especies, pero con un seguimiento más puntual. Considerando que no basta propagar un cierto número de ejemplares de una especie situada en alguna categoría de riesgo, sino que es indispensable tener un conocimiento profundo de buena calidad, respecto a cada aspecto que influye en su desarrollo y sobrevivencia, de este modo, no solo teorizar sino llevarlo a la práctica real, con las condiciones y circunstancias en las que el país se encuentra actualmente.

Según los estudios revisados en este trabajo, para una adecuada propagación *in vitro* de especies *Laelia*, el mejor medio de cultivo para la germinación de semillas es Murashige y Skoog (Ávila *et al.*, 2007; Ávila, 2009; Lee *et al.*, 2007; Cortés, 2006) mientras que el medio Knudson C es conveniente emplearlo para el cultivo *in vitro* de orquídeas y desarrollo de protocormos y plántulas. Los medios adicionados con distintos fitoreguladores, principalmente ANA, BAP e AIA, en general obtuvieron resultados favorables en tanto al desarrollo como la germinación, mostrando así que el empleo de ácido giberélico no es apropiado para el desarrollo de protocormos y plántulas de *Laelia*, sino exclusivamente para la germinación de éstas. En cuanto a la etapa de aclimatización, son varios los autores



que pretenden encontrar un sustrato que emplean en mezcla o por separado: fibra de coco, polvo de coco, corteza de pino y cascara de arroz (Colombo, 2005; Yamakami, 2006; Schnitzer, 2010; Sorace, 2009; Lone, 2008; Franco, 2007). Sin embargo, considerando que es difícil determinar un único sustrato adecuado, dado a la gran variedad que han sido probados para el cultivo de diferentes especies, principalmente del género *Cattleya*, la recomendación más acertada es proponer protocolos de investigación para el desarrollo de nuevos estudios en los que se evalúen los sustratos que acaban de mencionarse, pues son los que parecen arrojar resultados más prometedores, debido al alto costo de los sustratos importados, es primordial cubrir la necesidad de disponer de un material producido localmente, estable, de alta calidad e inocuidad, valiéndose para ello de subproductos de la agroindustria. Por lo que, podría considerárseles como una alternativa, para sustituir el uso de elementos naturales como es el caso del maquique o xaxim, en México es ampliamente utilizado como sustrato para el cultivo de orquídeas, lo que ha ocasionado una sobrecolecta de estas especies de helechos arborescentes, llevándolas en muchos casos al borde de extinción.

La utilización de sustratos alternativos, que favorezcan el cultivo de orquídeas, disminuirá la utilización del maquique, con lo que indirectamente se estará contribuyendo a su conservación. (Salazar & Mata, 2003). La cascarilla de arroz se ha utilizado, principalmente, para aumentar el espacio poroso en los sustratos, pero este uso no ha tomado en consideración la contribución que este material puede hacer al carbono total de los sustratos una vez que se somete a un proceso de carbonización. Por otro lado, la corteza de pino puede constituir entre 25 y 100% de las mezclas para producción de plantas ornamentales en maceta y una de sus principales características es su baja reducción de volumen con el transcurso del tiempo, lo que presenta una ventaja en el caso de las orquídeas. No obstante, su capacidad para retener humedad puede ser relativamente baja, pero puede corregirse al ser mezclada con otros materiales, como turba entre otros (García *et al.*, 2001).

En respuesta a la recomendación anterior, entre más cuidados, atenciones preventivas y monitoreo se le proporcionen a las poblaciones silvestres, menos serán los recursos invertidos para repoblaciones futuras y mayor fuerza tomará el enfoque hacia la comercialización incluso a nivel internacional. A consecuencia de que la recolección ilegal

de muchas especies de este género en su medio silvestre marca una pauta para promover su comercialización legal, ligada a los programas de propagación, difusión y educación de las mismas (Maxted, 1997).

El desarrollo de mecanismos de participación de la comunidad local en los proyectos de manejo sustentable y conservación, procurará la participación activa e informada de los beneficiarios directos e indirectos de la conservación de laelias. Una alternativa es la participación de la sociedad mediante la administración de áreas protegidas así como en las campañas de concientización sobre prácticas de uso de la especie. Cualquiera de esas organizaciones podrá participar en la implementación de campañas de difusión y educación en las comunidades involucradas y en el desarrollo de propuestas con sus respectivos contenidos, metas y estrategias sugeridas.

Cabe señalar que dentro de la temática de conservación *in situ*, no se ha llevado a cabo la labor de instaurar un centro de manejo o área de conservación únicamente de organismos pertenecientes a la familia Orchidaceae, ni siquiera de organismos vegetales sino exclusivamente de fauna silvestre. Es decir, que las zonas planeadas con fines meramente de conservación, los organismos a los que se les ha dado habitualmente mayor prioridad, son animales con algún tipo de valor como recurso natural, quedando las plantas y en este caso las orquídeas, en segundo o tercer plano.

Por último, se propone con el propósito de promover la priorización para estas especies cuya importancia se mencionó con anterioridad, la creación de orquidearios comunales en las zonas donde la distribución de las mismas es más predominante, entre los lugareños e inclusive los mismos comerciantes clandestinos. Esto con la finalidad de promover la cultura de la conservación; proporcionar el conocimiento necesario para que dichas comunidades humanas logren usar apropiadamente el recurso natural del que se está hablando, inclusive en las zonas donde se tienen mayores problemas de pobreza y bajos recursos económicos.

## CONCLUSIONES

---

Una vez aplicado el instrumento de recolección de datos, procesados los mismos y analizada en conjunto la información obtenida, de la presente investigación se desprenden observaciones que permiten presentar las siguientes conclusiones con base a los objetivos propuestos:

- El manejo integral de información publicada referente a la importancia y características del género *Laelia*, luego de una revisión bibliográfica profunda permitió desarrollar propuestas para su futura conservación.
- Las técnicas de conservación *ex situ* e *in situ* expuestas detallan las ventajas y desventajas para el género *Laelia*. La solución adecuada es la integración de ambos tipos de conservación, ya que se puede definir un método único, por lo que en la actualidad el conjunto de técnicas de conservación *in situ* y *ex situ*, deben considerarse medios complementarios, no excluyentes, para lograr el objetivo común de preservar los recursos orquideológicos del país, como parte esencial de una estrategia global para la conservación de la biodiversidad.
- La problemática que envuelve los métodos de propagación y aclimatización para una mejora en el manejo del género, mostró que uno de los principales inconvenientes es que a pesar de que existe un vasto repertorio de ensayos experimentales donde se tiene como principal objetivo el cultivo *in vitro* de laelias con fines de conservación, son muy pocos los trabajos en los que se llega al punto de reintegrar dichos ejemplares a comunidades silvestres, por lo que el proceso de aclimatización refleja menos importancia de la que realmente tiene. En cuanto al determinar cuál es el método más conveniente, se puede concluir que las técnicas de cultivo *in vitro* son hoy en día un elemento fundamental en los trabajos de conservación de orquídeas y pueden ser aplicadas tanto para los programas *ex situ* como a los desarrollados *in situ*. Las plantas producidas *in vitro* pueden ser utilizadas en proyectos de refortalecimiento o de introducción de poblaciones silvestres, siendo necesaria una coordinación a nivel internacional público o privado para el intercambio de experiencias, formando una red multidisciplinaria para priorizar la conservación de especies en México.

- Después de compilar la información necesaria e identificar factores determinantes y criterios influyentes en relación a la conservación del género, se realizó una serie de propuestas que incluyen la sugerencia de implementar y planificar actividades que refuercen la cultura de la conservación de orquídeas endémicas de México. Entre las que se encuentra la producción masiva de plántulas *in vitro* de especies amenazadas facilita su envío a otras instituciones nacionales e internacionales, lo que contribuye a que estas especies se distribuyan en distintas instancias como jardines botánicos, entre otros espacios en donde se puedan conservar *ex situ*.
- En México aún parece corto y distante el impacto que tienen sitios con prioridad de conservación *ex situ*, sin embargo, se verán más resultados en la medida en que las especies que están en programas de conservación sean reintroducidas a sus áreas originales y contribuyan a la restauración de los ecosistemas, y cuando los programas educativos se extiendan a todos los centros de reproducción abiertos al público y cuenten con programas dirigidos a generar un cambio de actitud en la población, fomentando así la cultura de la conservación y de un manejo racional de los recursos naturales que conforman la biodiversidad del país.
- El objetivo de posteriores investigaciones deberá ser conseguir en las comunidades que tengan un efecto directo sobre poblaciones de orquídeas un cierto nivel de sensibilización ambiental, que permita mejorar el uso actual y promover el cultivo racional de los recursos orquideológicos silvestres endémicos de México, buscando e impulsando el bienestar socioeconómico al brindar este enfoque, como una potencial nueva fuente de ingresos, mediante la incorporación orquidearios comunales entre otras actividades sostenibles como recorridos turísticos para brindar información que resalte la importancia y refuerce el manejo de orquídeas del género *Laelia*.
- Se propone también darle prioridad a la Educación Ambiental como herramienta, que permite fomentar en comunidad tanto rurales como urbanas procesos de participación y concienciación, estableciendo capacidades viables individuales para un manejo sustentable de sus recursos naturales y el mejoramiento de la calidad ambiental de los habitantes del país.

## LITERATURA CITADA

---

- Alberico L. F. 2004. Germinación *in vitro* de semillas de *Laelia speciosa*, orquídea en peligro de extinción. Tesis profesional para Licenciatura. UAM-Iztapalapa, México.
- Álvarez S.J. 1993. Contribución de la Sociedad Mexicana de Botánica a la Investigación y Conservación de la Biodiversidad. Rev. Soc. Mex. Hist. Nat. Vol. Esp. (XLIV): 51-57.
- Andersen T.L., B. Johansen, Rasmussen L. F.N. & Sorensen. 1988. The vegetative architecture of *Ería. Limileyana* 3: 117-132.
- Arditti J. y Ernst, R. 1993. Micropropagation of Orchids. John Wiley y Sons, Inc. U. S. A. 682 p.
- Ávila D. I. 2007. Biología de poblaciones de *Laelia speciosa* (HBK) Schltr. (ORCHIDACEAE) para su manejo y conservación. Tesis profesional para Doctorado. UNAM. Centro de Investigaciones en ecosistemas, Morelia, Michoacan.
- Ávila I. & Oyama K.. 2007. Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (Orchidaceae). Biodiversitas. 7(43):9-12.
- Ávila-Díaz, I., Oyama K., Gómez-Alonso C. & SalgadoGarciglia R.. 2009. *In vitro* propagation of the endangered orchid *Laelia speciosa*. Plant Cell Tiss. Organ Cult. 99:335-343
- Bechtel H., Cribb P. & Launert E. 1981. The manual of cultivated orchid species. The MIT Press. Cambridge. 443 p.
- Briceño S.I.I. 2004. Propagación vegetativa, fenología y comercio de seis especies del genero *Cattleya* Lindl. (Orchidaceae). Tesis profesional para Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Lima.
- Brieger, F., R. Maatsch, K. Senghas. 1978. *Laelia*. pp. 604-619 en R. ScWechter. *Die Orchideen* Aufl. Verlag Paul Parey. Berlin and Hamburg.
- Catling, P.M. 1996. Conservation Strategy: *In situ* conservation. Pp. 15-23. En: E. Hágsater & V. Dumont Orchids - Status Survey and Conservation Action Plan. IUCN. Gland Switzerland and Cambridge, UK.
- Cibrián, A. 1999. Variación genética de *Vanilla planifolia* en México. Tesis profesional de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- Coates D.J., Dixon K.W. 2007. Current perspectives in plant conservation biology. Australian Journal of Botany 55: 187-193.

- Colombo, L., Tadeu de Faria, R., Marinho de Assis, A., Batista Fonseca, I. 2005. *Cattleya* hybrid acclimatization in vegetal substrates under two irrigation systems. *Acta Scientiarum Agronomy* v.27 (1): 145-150.
- CONABIO. 1998. La diversidad biológica de México: Estudio de País, 1998. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. México.
- CONABIO-PNUD. 2009. México: Capacidades para la conservación y el uso sustentable de la biodiversidad. Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad y Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. México.
- CONANP, 2003. Programa de Manejo de la Reserva de la Biosfera Barranca de Metztitlán. México. 208 p.
- Cortés S. C. X. 2006. Efecto del estímulo por fructosa durante el proceso de germinación de semillas de *Laelia speciosa* (H.B.K.) Schltr. Tesis profesional para licenciatura. UNAM FES Zaragoza. México.
- Cribb P.J., Kell S.P., Dixon K.W., Barrett R.L. 2003. Orchid conservation: a global perspective. En: Dixon K.W., Kell S.P., Barrett R.L., Cribb P.J. Orchid conservation. Kota Kinabalu, Sabah, Natural History Publications, 1-24.
- Damon A., Aguilar G. E., Rivera I., Nikolaeva. 2004. Germinación *in vitro* de semillas inmaduras de tres especies de orquídeas de la región del soconusco. Chiapas. México. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 10(2): 195-203.
- Deng R., Donnelly, D. 1993. *In vitro* hardening of red raspberry through CO<sub>2</sub> enrichment and relative humidity reduction on sugar-free medium. *Can J Plan Sci* 73: 1105-1113.
- Dixon, K.W., Kell S.P., Barret R. L. & Cribb P.J. 2003. Orchid Conservation. Natural History Publications (Borneo), Kota Kinabalu, Sabah. pp. 1-24.
- Dressler R.L. 1993. Phylogeny and classification of the orchid family. Dioscorides Press. Portland, Oregon. 313 p.
- Dressler, R.L. 1981. The Orchids. Natural History and Classification. Harvard Univ. Press. Cambridge Mass. 332 pp.
- Eccardi, F., y R. Becerra. 2003. Las orquídeas en la CITES, entrevista a Eric Hágsater. CONABIO. *Biodiversitas* 49:12-15.
- Eigeldinger O. e Murphy IGELDINGER, O. e MURPHY, L.S. *Cattleya*. En: Orchids - A complete guide to cultivation. 1a ed. London, John Gifford Ltda, 1972. P.154-167.

- Ellstrand N. & Elam D. 1993. Population genetic consequences of small population size: Implications for plant conservation. *Annual Review of Ecology and Systematics* 24: 217-242.
- Espejo S.A., García C.J., López F.A.R., Jiménez M.R. & Sánchez S.L. 2002. Orquídeas del estado de Morelos. *Orq. (Méx.)* Vol. 16. Número único. 332 p.
- Falk D. 1990. Integrated Strategies For Conserving Plant Genetic Diversity. *Ann. Missouri Bot. Gard.* 77(1):38-47.
- Falk D., 1989. The Theory of Integrated Conservation Strategies for Biological Diversity. En: *Proceedings of the Natural Areas Association*. Syracuse, NY, 6-9 June 1988. Nat. Areas Assoc., Rockford, Illinois, pp. 5-10.
- Fay M. F. 1994. In what situations is *in vitro* culture appropriated to plant conservation? *Biodivers. Conserv.* 3: 176-183.
- Fay M., E. Bunn & M. Ramsay. 1999. *In vitro* propagation. A color Atlas of Plant Propagation and Conservation. Bowes, B. (Ed.). The New York Botanical Garden Press. Bronx, New York. 224 p.
- Feinsinger P. 2003. El Diseño de Estudios de Campo para la Conservación de la Biodiversidad. Editorial FAN, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.
- Francisco N.J.J. 2008. Propagación *in vitro* y establecimiento en invernadero de las orquídeas *Trichocentrum carthagenense* (Jacq.) Sw. y *Laelia eyermaniana* Rchb. f., para su conservación y potencial aprovechamiento sustentable. Tesis profesional para Maestría. IPN. Centro de desarrollo de productos bióticos, Yautepec Morelos. México.
- Franco M., Guevara G., Mesa N., Urueña G. 2007. Hardening of the national flower of Colombia, the threatened *Cattleya trianae* (Orchidaceae), from *in vitro* culture with previous invigoration phase. *Rev. Biol. Trop. (Int. J. Trop. Biol. ISSN-0034-7744)* Vol. 55 (2): 681-691.
- García C.O., Alcántar G.G., Cabrera R.I., Gaby R.F., Volke H.V. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. *TERRA Latinoamericana*. Universidad Autónoma de Chapingo. Vol. 19 No. 3. pp. 249-258.
- Gómez M.H.A. 2009. Cultivo *in vitro* de *Laelia gouldiana* Rchb. f. (Orchidaceae), especie endémica de México, extinta en la naturaleza. Tesis profesional para licenciatura. UNAM. Facultad de Ciencias. México.

- Hágsater, E. & A.M.A. Soto. 2001. Orchid conservation in México. Pp. 18-22 in: W.E. Higgins & B.W. Walsh (eds.) Orchid conservation proceedings. Selby Botanical Gardens Press, Sarasota.
- Hágsater, E., M. Á. Soto A., G. A. Salazar C. R. Jiménez M. M. A. López R. y R. L. Dressler. 2005. Las orquídeas de México. Instituto Chinoín México, D.F. 304 pp.
- Halbinger F. & Soto M. 1997. Laelias of México. Revista del Herbario AMO. Orquídea (Mex) Vol. 15. Número único. México.
- Hernández A.M. 1992. Dinámica poblacional de *Laelia speciosa* (HBK) S c h l t r. (Orchidaceae). Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM. México.
- IUCN/SSC Orchid Specialist Group. 1996. Orchids - Status survey and conservation action plan. IUCN. Gland Switzerland and Cambridge. UK.
- Jiménez G. E. A. 1998. Cultivo de ápices y meristemas. En: Propagación y mejora genética de plantas por biotecnología. Ed. J.N Pérez P. Instituto de Biotecnología de las Plantas. Santa Clara. Cuba. p 45-56.
- Kennedy D. 2006. Life on a human dominated planet. State of the planet 2006-2007. Washington: The American Association for the Advancement of Science.
- Koopowitz H. 2001. Orchids and their conservation. Portland: Timber Press.
- Koopowitz H., Lavarack P.S., Dixon K.W. 2003. The nature of threats to orchid conservation. En: Dixon K.W., Kell S.P., Barrett R.L., Cribb P.J. Orchid conservation. Kota Kinabalu, Sabah: Natural History Publications, 25-42.
- Kraaijeveld S.F.J.L., Griffiths R.A., Moore R.D. & Beebee T.J.C. 2006. Captive breeding and the fitness of reintro reintroduced species: A test of the responses to predators in a threatened amphibian. Journal of Applied Ecology 43:360-365.
- Lavrentyeva A.M. & Ivannikov R. V. 2007. *In vitro* propagation of *Cattleya* Lindl. And *Laelia* Lindl. species. Lankesteriana 7(1-2): 147-149.
- Lazcano J. 2004. Conservación *ex situ* de *Microcycas calocoma*, *Zamia amblyphyllidia*, *Zamia integrifolia*, *Zamia ottonis* y *Zamia pygmaea* en el Jardín Botánico Nacional. Rev. Jard. Bot. Nac. Univ. Hab. (en prensa).
- Lee E. H.E., Laguna C. A., Murguía G. J., Elorza M. P., Iglesias a. L., García R. B., Barredo P. F.A., Santana B. N. 2007. Regeneración *in vitro* de *Laelia anceps* ssp. *dawsonii*. Revista UDO Agrícola 7(1): 58-67.
- Lee E. H.E., Murguía G. J., Laguna C. A., García R. B., Gámez P. M. R., Galindo T. M. E., Landero T. I., Iglesias A. L., Santana B. N. 2009. Encapsulación de embriones



---

---

somáticos de *Laelia anceps* ssp. *dawsonii* para la producción de semilla sintética. Revista Chapingo Serie Horticultura 15(2): 33-40.

- Lee Y. I. and N. Lee. 2003. Plant regeneration from protocorm-derived callus of *Cypripedium formosanum*. *In vitro* Cell. Dev. Biol. Plant. 39:475-479.
- Lone B.A., Muniz B.C., Sadayo A.L.T., Tadeu de Faria R. 2008. Aclimatização de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 30, n. 4, p. 465-469.
- Lynch, M. & R. Lande. 1993. Evolution and extinction in response to environmental change, pp. 234-250. En P. Kareiva, J. Kingsolver, and R. Huey (eds.) Biotic Interactions and Global Change. Sinauer Assocs., Inc. Sunderland, MA.
- Magaña P. & Villaseñor J.L. 2002. La flora de México. ¿Se podrá conocer totalmente? Ciencias 66 : 24-26.
- Mata R. M., M.A. Monroy de la Rosa, G.K. Moebius & A.V. M. Chávez. 2001. Micropropagation of *Turbinicarpus laui* Glass *et* foster, an endemic and endangered species. *In Vitro* Cell Developmental Biology - Plant 37:400-404.
- Maxted N., Ford L. B.V., Hawkes J.G. 1997. Complementary Conservation Strategies. En: Plant Genetic Conservation. The *In Situ* Approach. Maxted. N., Ford L. B.V., Hawkes J.G., ed. Chapman & Hall, London, pp. 15-39.
- McPhee M.E. & E.D. Silverman. 2004. Generations in captivity increases behavioral variance: Considerations for captive breeding and reintroduction programs. *Biological Conservation* 18 : 71-77.
- Meffe, G.K., Carroll C.R. 1997. Principles of Conservation Biology. Sinauer Associates, Inc. Publishers. pp. 3 - 27.
- Murashige T., Skoog, F. 1974. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. *Physiol Plantarum* 15: 473-497.
- Murthy H. N. and A. N. Pyati. 2001. Micropropagation of *Aerides maculosum* Lindl. (Orchidaceae). *In vitro* Cell. Dev. Biol. Plant. 37:223-226.
- Oldfield S. y McGough N. (Comp.), 2007. Manual CITES para jardines botánicos. 2da. edición. Botanic Gardens Conservation International, Richmond, United Kingdom.
- Ospina H. M., 1996. Orchidology and Biotechnology, Orchids: 1072-1074.
- Parry, M. 1992. The potential effect of climate change on agriculture and land use. *Advances in Ecological Research* Vol. 22: 63 - 91.
- Pierik R. 1990. Cultivo *in vitro* de las plantas superiores. Mundi-Prensa, Madrid. 326 p.

- Pospíšilová J., Ticha, I., Kadleček, P., Haisel, D., Plazkova, Š. 1999. Acclimatization of micropropagated plants to *ex vitro* conditions. *Biologia Plantarum* 42 (4): 481-497.
- Prakash L., Lee C.L., Goh C.J. 1996. *In vitro* propagation of commercial orchids: An assessment of current methodologies and development of a novel approach - Thin section culture. *J. Orchid Soc. India*, 10:31-41.
- Prance, G.T. 1997. The conservation of botanical diversity. In: Maxted, N.; FordLloyd, B.V. and J. G. Hawkes. *Plant Genetic Conservation. The in situ approach*. Chapman & Hall. pp. 3 - 14.
- Preece J., Sutter, E. 1991. Acclimatization of micropropagated plants to the greenhouse and field. In: Debergh, P.; Zimmerman, R. H. (eds.). *Micropropagation: technology and application*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Primack R.; Rozzi, R.; Feinsinger, P.; Dirzo, R. y F. Massardo. 2001. *Fundamentos de Conservación Biológica. Perspectivas latinoamericanas*. Fondo de Cultura Económica. México, DF. 797 pp.
- Ramanatha R. V., Riley K.W. 1994. The use of biotechnology for conservation and utilization of plant genetic resources. *Plant Genetic Resources Newsletter* 97, 3-19.
- Ramírez C. 1990. Establecimiento del cultivo *in vitro* de orquídeas mexicanas en peligro de extinción. Tesis de Licenciatura. Facultad de ciencias. UNAM. México. 64 p.
- Ramírez J. 1996. Orquídeas de México. *Biodiversitas*. 2(5):1-3.
- Rao A. T. 1998. *Conservation of wild orchids of Kodagu in the Western Ghats*. Bangalore: The Technology Development and Agricultural Technologies and Services Pvt. Ltd.; 242 p.
- Roberts J.A., Allman L.R., Beale C.R., Butter R.W., Crook K.B. and McGough H.N., 1997. *CITES Orchid Checklist. Volume 2*. Royal Botanic Gardens, Kew, United Kingdom.
- Romero T. R., Luna R. B. S., Barba A. A. 2007. Uso de complejos comerciales como sustitutos de componentes del medio de cultivo en la propagación *in vitro* de *Laelia anceps*. *Lankesteriana* 7(1-2): 353-356.
- Sahagian D. 2000. Global physical effects of anthropogenic hydrological alterations: sea level and water redistribution. *Global and Planetary Change* 25: 39-48.
- Salazar R.V.M. 2003. *Micropropagación de Mormodes tuxtliensis Salazar, Cuitlauzina pendula La Llave & Lex. Y Lycaste skinneri (Batem. Ex. Lind.) lind. (Orchidaceae) a partir de protocormos*. Tesis de licenciatura. Escuela de Biología. Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 106 p.

- Salazar V.M. & Mata R.M. 2003. Micropropagación y conservación de orquídeas mexicanas en el Jardín Botánico Clavijero. *Lankesteriana* 7: 151-153.
- Sánchez R. M. M. 2009. Evaluación de medio de cultivo para la reproducción *in vitro* de *Laelia anceps*. Tesis profesional para Maestría. Colegio de Posgraduados. Texcoco. México.
- Santos, L., E. Aguirre, J.E. Campos y M. Martínez, 2006. “Conservación *in situ* de la flora mexicana: La orquídea *Laelia albida*, en una reserva de la biosfera”. *Ciencia y Desarrollo en Internet*. Febrero: 1-10.
- Sarabia O. M. E., Ávila D. I., Carlos G. A., Salgado G. R. 2010. Callus growth and plant regeneration in *Laelia speciosa* (Orchidaceae). *Lankesteriana* 10(1): 13–18.
- Sarmiento F. M. y C. Romero G. 2000. Orquídeas mexicanas. Banamex. México, D.F. pp. 39-41.
- Schemske D., Husband B., Ruckelshaus M., Goodwillie C., Parker I. & Bishop I. 1994. Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants. *Ecology* 75: 584-606.
- Schnitzer J. A., Tadeu de Faria R., Ursi V. M., Sorace M. 2010. Substratos e extrato pirolenhoso no cultivo de orquídeas brasileiras *Cattleya intermedia* (John Lindley) e *Miltonia clowesii* (John Lindley) (Orchidaceae). *Acta Scientiarum. Agronomy Maringá*, v. 32, n. 1, p. 139-143.
- Schwartz M.W., Brigham C.A., Hoeksema J.D., Lyons K.G., Mills M.H. van Mantgem P.J. 2000. Linking biodiversity to ecosystem function: implications for conservation ecology. *Ecología* 122: 297-305.
- Seeni S. and P. G. Latha. 1992. Foliar regeneration of the endangered Red Vanda, *Renanthera imschootiana* Rolfe (Orchidaceae). *Plant-Cell- Tissue-Organ-Culture* 29(3):167-72
- SEMARNAT. 2002. Norma Oficial Mexicana NOM-059-SEMARNAT-2001. 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* 582(4): 1-80.
- Serna G.M.D. 1999. Biotecnología vegetal y conservación. *Cuad. Biodivers.* 2(1): 9-11.
- Shimura H. and Y. Koda. 2004. Micropropagation of *Cypropedium macranthos* var. *rebutense* through protocorms-like bodies derived from mature seeds. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 78:273-276.

- Sierra J. H. J. 2006. Germinación *in vitro* y adaptación a condiciones *ex vitro* de *Laelia autumnalis* (La Llave & Lexarza) Lindl. (Orchidaceae). Tesis profesional de licenciatura. UNAM. FES Zaragoza. México.
- Sorace M., Tadeu de Faria R., Batista F.I.C., Yukari Y.L., da Fonseca S.M.A. 2009. Substratos alternativos ao xaxim no cultivo do híbrido *Cattleya intermedia* X *Hadrolaelia purpurata* (Orchidaceae. Ciências Agrárias, Londrina, v. 30, n. 4, p. 771-778.
- Sosa V. & Platas T. 1998. Extinction and persistence of rare orchids in Veracruz, Mexico. *Conservation Biology* 12: 451-455.
- Soto A., M.A. & Salazar G.A.. 2004. Orquídeas. Pp. 271- 295 en: A. J. García-Mendoza, Ordóñez M.J. & Briones-Salas M. Biodiversidad de Oaxaca. Instituto de Biología, UNAM - Fondo Oaxaqueño para la Conservación de la Naturaleza-World Wildlife Fund. México.
- Soto A. 1996. México. IUCN/SSC Orchid specialist group. Orchids-status survey and conservation action plan. IUCN. Gland Switzerland and Cambridge. UK. Pp. 53-58.
- Soto M. 1996b. Orchids. *In*: A.M. Pridgeon (Ed.). Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y sus Recursos. Gland Switzerland. 153 p.
- Soulé M. 1986, *Conservation biology. The science of scarcity and diversity*. Sinauer. Sunderland, Mass.
- Spellerberg, I.F. & Haldes, S.R. 1992. *Biological Conservation*. Cambridge University Press.
- Stancato G.; E. Pereira & P. Mazzafera. 1998. Development and Germination of seeds of *Laelia purpurata* (Orchidaceae). *Lindleyana*. 13 (2): 97-100.
- Stenberg M. & M. Kane. 1998. *in vitro* germination and greenhouse cultivation of *Encyclia boothiana* var. *Erythronioides*, an endangered Florida orchid. *Lindleyana* 13 (2): 101-112
- Suárez I. 2006. Regeneración *in vitro* de *Euchile mariae* (Ames) Withner, (ORCHIDACEAE), especie endémica de México. Tesis de Licenciatura Biología. Facultad de Ciencias. UNAM. 143 p.
- Sunderland T., Blackmore P.C., Ndam N., Nkefor J. 2002. Conservation Through Cultivation: the work of the Limbe Botanic Garden, Cameroon. En: Maunder M., Clubbe C., Hankamer C., Groves M. *Plant Conservation in the Tropics. Perspectives and Practice*. Royal Botanic Garden, Kew. 395-419

- Teixeira Da Silva J., Giang, D., Tanaka, M. 2005. *In vitro* Acclimatization of banana and *Cymbidium*. *International Journal of Botany* 1 (1): 41-49.
- Tinoco J. M. S. & Mata R. M. 2007. Adquisición de competencia para la micropropagación de *Stanhopea tigrina*, *Laelia anceps*, *Epidendrum veroscriptum* y *Cattleya x esbetts* (Orchidaceae). *Lankesteriana* 7(1-2): 404-418.
- Toledo, V. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81:17-30.
- UICN-BGCS & WWF. 1989. The Botanic Gardens Conservation Strategy. UICN Botanic Gardens Conservation Secretariat, Kew Richmond UK and WWF and UICN Gland, Switzerland.
- UNCED, 1992. Convention on Biological Diversity. United Nations Conference on Environment and Development, Ginebra.
- Van den Berg C. & Chase W.M. 2002. Nomenclatural notes on Laeliinae-I. *Lindleyana* 15:115-119.
- Vasques V.S.J. 2000. Establecimiento de una metodología para la micropropagación *in vitro* de la orquídea *Laelia anceps* Lindl. Tesis profesional para Maestría. Universidad Veracruzana, Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Córdoba, Veracruz.
- Villa F., Pereira A.R., Pasqual M., Gomes de Araujo A. 2007. Influencia de substratos alternativos na aclimatização de orquídeas. *Comunicação Revista Ceres* 54(316): 501-505.
- Vovides A., Iglesias C., Pérez F. M.A., Vázquez T.M., Schippmann U. 2002. Peasant Nurseries: a concept for an integrated conservation strategy for cycads in Mexico. En: Maunder M., Clubbe C., Hankamer C., Groves M. *Plant Conservation in the Tropics. Perspectives and Practice*. Royal Botanic Garden, Kew. 421-444.
- Wandeler A.I., S. Capt, A. Kappeler & R. Hauser. 1988. Oral immunization of wildlife against rabies: Concept and first field experiments. *Review of Infectious Diseases* 10 Suppl. 4:5649-5653
- Warren R. & D. Miller. 1993. Re establishment of *Laelia crispa* (part 2). *American Orchid Society Bulletin*. 62: 387-389
- Wiard, L. A. 1987. *An introduction to the orchids of Mexico*. Comstock Publishing Associates. USA. 239 pp.
- Williams, B. 1973. *Orchid Grower`s Manual*. Strauss y Cramer GmbH. Alemania. 425-440.

- Withers L.A., 1993. Conservation methodologies with particular reference to *in vitro* conservation. En: Proceedings of the Asian Sweet Potato Germplasm Network Meeting, Guangzhou, China. CIP, Manila, pp. 102-109.
- Withner L.C. 1990. The Cattleyas and their relatives. Volume II: The Laelias. Timber Press. Portland, Oregon.
- Wyse J. P. 2001. An international review of the *ex situ* plant collections of the botanic gardens of the world. Bot Gard Conserv News 3:22-3
- Yamakami K.J., Tadeu de Faria R., Marinho de Assis A., Rego O. L.V. 2006. Cultivo de *Cattleya* Lindley (Orchidaceae) em substratos alternativos ao xaxim. Acta Sci. Agron. Maringá, v. 28, n. 4, p. 523-526.