



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA  
DE MÉXICO**

**FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES ZARAGOZA**

**Fenología de la colección viva de plantas  
de orquídeas en el invernadero**

**T E S I S**

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:**

**B I Ó L O G O**

**P R E S E N T A N:**

**ERIC PÉREZ TOLEDANO**

**DIANA LISBETH JARDÓN SÁNCHEZ**

**DIRECTORA: M. en C. BÁRBARA SUSANA LUNA ROSALES**



**MÉXICO D. F.**

**ABRIL DEL 2007.**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.



## Dedicatorias

### **De Eric:**

A **Dios**, por sus bendiciones recibidas en toda mi vida y planear este momento prominente.

A **mis padres**, Lilia Toledano Galicia y David Pérez Toledano, con todas las fuerzas de mi alma y amor, que con mucho sacrificio y empeño me apoyaron en cada día de mi formación profesional. “**Son extraordinarios**”.

A **mis hermanos**: Melisa, Liliana, Emmanuel, Viviana y David; quienes quiero mucho y que me apoyaron de una u otra manera. “**Son especiales**”.

A **mis abuelos (†), tíos y primos** que siempre estuvieron conmigo dándome ánimos y su apoyo incondicional para llegar a ser un biólogo titulado.

A **mis amigos y compañeros de la FES Zaragoza**, Patricia, Yazmín, Rodrigo, Beatriz, Lisbeth, Adán, Carlos Alberto, Karina, Rogelio, Ariadna Neith, Claudia, Alejandra, Susana P., Hugo, Héctor Hugo, Alondra... con los que compartí varios años maravillosos de mi vida en mi segunda casa, la universidad.

A **todos mis amigos de la USECPMC, INPDR y UNSEC** por sus palabras de ánimo, confianza y apoyo para terminar la carrera y titularme.

A **mi amiga Lucía**, por confiar siempre en mí, al poder cumplir el sueño de hacer ciencia y ser útil a nuestra nación.

A **los profesores y compañeros de trabajo de la Telesecundaria “Álvaro Gálvez y Fuentes” y “Benito Juárez”**, por las facilidades brindadas.

A **mis alumnos de la Telesecundaria**, los cuales quiero mucho a pesar de sus travesuras.

A **mi país, México**, gracias a Dios porque me permite ser parte de un país maravilloso por su enorme riqueza cultural y biodiversidad, y por formarme como un profesional.





## **De Diana Lisbeth:**

A **mis padres**, a quienes me han heredado el tesoro más valioso que puede dársele a una hija: "AMOR". Porque sin escatimar algún esfuerzo han sacrificado gran parte de su vida para formarme, educarme y convertirme en persona de provecho. A quienes nunca podré pagar todos sus desvelos ni aún con las riquezas mas grandes del mundo.

A **mis hermanos Gabriel y Manolo**, sabiendo que no existirá una forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su amor, apoyo y comprensión.

**Oscar**, porque gracias a tu cariño, guía y apoyo he llegado a realizar uno de los anhelos más grandes de mi vida, fruto del inmenso apoyo, amor y confianza que en mi depositaste.

A **la Familia Meza Plácido**: por todo el amor y el apoyo brindado durante mi formación profesional, les agradezco de todo corazón la orientación que siempre me otorgaron, por sus consejos, enseñanzas y palabras de aliento.

A **mis abuelos**: por ser esa clase de personas que todo lo comprenden y dan lo mejor de si mismos, por saber escuchar y brindar ayuda cuando es necesario.





## Agradecimientos

### De Eric:

Primeramente a Dios por darme la vida y por haber cumplido parte de su propósito en mí. *“Pero feliz el hombre que confía en Él... Es como árbol plantado a orillas de un río, cuyas raíces penetran hasta encontrar el agua; árbol al que no agobia el calor ni angustian los largos meses de sequía. Su follaje se mantiene verde y produce en todo tiempo jugoso fruto” Jer. 17.*

A una de las mejores Universidades de México y del mundo, la cual ocupa actualmente el 74<sup>o</sup> lugar mundial, la Universidad Nacional Autónoma de México, por darme la oportunidad de convertirme en un biólogo. Y que espero enorgullecerla y ponerla en alto en donde quiera que me desarrolle como tal.

A mis padres y hermanos, porque sin su apoyo, esfuerzo, consejos, enseñanzas y sobre todo su amor y comprensión, hubiera sido difícil lograr obtener una carrera profesional. Los amo mucho. Gracias por ser parte de mi vida. Son únicos. Gracias Dios.

A la directora de tesis, M. en C. Bárbara Susana Luna Rosales, por haber dirigido este trabajo con sabiduría y entusiasmo, y por su enorme apoyo brindado. Agradezco infinitamente sus enseñanzas, consejos, sugerencias, aportaciones y paciencia, para el perfeccionamiento y culminación de este trabajo. Gracias por ser una gran persona y maestra.

A Rodrigo, Alondra y Lisbeth, por el enorme apoyo brindado en la colecta de datos.

Al M. en C. Amadeo Barba Álvarez, por su apoyo y enseñanzas en laboratorio y campo, y todas sus sugerencias acertadas para el mejoramiento de esta tesis.

A la bióloga Balbina Vázquez Benítez por su gran esfuerzo y empeño en las revisiones como sinodal, por cada una de sus recomendaciones y contribuciones, las cuales permitieron que este trabajo mejorara considerablemente.

Al biólogo Juan Romero Arredondo, por sus enseñanzas en el salón de clase, sus contribuciones y asesoría como sinodal, y facilidades en la búsqueda de información bibliográfica digital, haciendo posible el enriquecimiento y la conclusión de esta tesis.

Al biólogo Marco Antonio Hernández Muñoz por sus aportes, disposición, sabios consejos y comentarios para el perfeccionamiento de esta investigación científica. Agradezco su amistad, confianza, apoyo y su buen sentido del humor que manifestó en todo momento.

A todos mis amigos que siempre estuvieron conmigo en las etapas más difíciles de mi vida y que me animaban a seguir adelante para lograr este sueño de ser un biólogo.

A cada una de las personas, que no están incluidas en esta lista, las cuales quiero mucho y que directa o indirectamente tomaron parte en mi formación profesional.

**“MUCHÍSIMAS GRACIAS A TODOS”**





## **De Diana Lisbeth:**

Primeramente quiero agradecerle a Dios por haberme guiado por el camino de la enseñanza y la sabiduría.

A mis sinodales:

**M. en C. Susana Rosales:** Gracias por las enseñanzas durante el ciclo Terminal, por el apoyo, dedicación y comentarios en la realización de este trabajo, por sus palabras de aliento que nunca nos faltaron y por haberme iniciado el gusto por las orquídeas.

**M. en C. Amadeo Barba:** Gracias por su apoyo durante el ciclo Terminal, por haberme dado la oportunidad de formar parte de este equipo de trabajo en Investigación vegetal, por sus enseñanzas en las salidas a campo, por sus comentarios durante las revisiones de este trabajo.

**Bióloga Balbina Benítez:** Gracias por sus valiosos comentarios durante las revisiones de este trabajo, por su apoyo y consejos para una mejor búsqueda de información.

**Biólogo Juan Romero:** Gracias por sus enseñanzas en el aula de clase y en campo, por el apoyo durante la búsqueda de información bibliográfica y comentarios en la revisión de este trabajo.

**Biólogo Marco Hernández:** Gracias por su apoyo en la búsqueda de información de datos en el invernadero, sus enseñanzas en las salidas a campo y sus comentarios en la revisión de este trabajo.

Quiero expresar un profundo agradecimiento a todos mis maestros que me formaron profesionalmente, que me vieron crecer y compartir conmigo alegrías y tristezas, a quienes con su ayuda, apoyo y comprensión me alentaron a lograr esta hermosa realidad (Marisela Arteaga, Dolores Escorza, Joel Romero, Rubén Zumbarán y Efraín Ángeles).

El amor y la alegría son elementos de base sobre los que construimos las amistades y las consolidamos.

**Eric:** Gracias por tu amistad, apoyo y comprensión para la realización de este trabajo.

**Paty, Yaz y Kary:** Gracias por su valiosa amistad, apoyo y consejos durante la carrera, por los momentos alegres y tristes en las salidas a campo y en el aula de clases, por enseñarme y aprender junto con ustedes a vencer cualquier obstáculo en la vida.

**Carlitos, Jannet, J. Estévez y J. Miranda:** Por su amistad, apoyo y comprensión durante la carrera.

A mis hermanas Karla y Liz: Gracias por su apoyo, amor y comprensión ya que junto a ustedes nunca me faltó un hombro para poder llorar, por enseñarme que la verdadera amistad perdura y se fortalece a través del tiempo y la distancia.

**Pilar e Ivette:** A mis hermanas UNIVERSUM, gracias por todas sus enseñanzas, regaños, tristezas y alegrías que pude compartir durante mi estancia como becaria.





## Pensamientos

***“Sabiduría ante todo; adquiere sabiduría;***

***y sobre todas tus posesiones***

***adquiere inteligencia.***

***Engrandécela***

***Y***

***ella te***

***engrandecerá; ella te***

***honrará, cuando tú la hallas***

***abrazado. Adorno de gracia dará a***

***tu cabeza; corona de hermosura te entregará”.***

***Prov. 4***





## LAS ORQUÍDEAS

Caprichos de cristal, airosas galas  
de enigmáticas formas sorprendentes,  
diademas propias de apolíneas frentes,  
adornos dignos de fastuosas salas.

En los nudos de un tronco hacen escalas  
y ensortijan sus tallos de serpientes  
hasta quedar en la altitud pendientes  
a manera de pájaros sin alas.

Tristes como cabezas pensativas  
brotan entre ellas sin torpes ligaduras  
de tirana raíz, libres y altivas;

Porque también, con el mezquino en guerra,  
quieren vivir, como las almas puras,  
sin un solo contacto con la tierra.

**José Santos Chocano**

**Peruano**







## CONTENIDO

	Pág.
<b>RESUMEN</b>	2
<b>INTRODUCCIÓN</b>	4
<b>ANTECEDENTES</b>	
<i>Diversidad de orquídeas</i>	7
<i>Adaptaciones ecológicas</i>	8
<i>Características morfológicas</i>	10
<i>Conservación de orquídeas</i>	15
<i>Colecciones de orquídeas en invernadero</i>	20
<i>Fenología</i>	36
<b>OBJETIVOS</b>	41
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b>	
<i>Materiales biológico</i>	43
<i>Características del invernadero de la FES Zaragoza</i>	45
<i>Formas de vida</i>	49
<i>Fenología</i>	49
<i>Mantenimiento de la colección</i>	50
<b>RESULTADOS</b>	52
<b>DISCUSIÓN</b>	
<i>Colección de orquídeas</i>	65
<i>Condiciones ambientales en el invernadero de la FES Zaragoza</i>	67
<i>Formas de vida de la colección de orquídeas</i>	69
<i>Fenología de la colección de orquídeas</i>	69
<i>Mantenimiento de la colección</i>	76
<b>CONCLUSIONES</b>	79
<b>BIBLIOGRAFÍA</b>	82





## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
Figura 1. <i>Epidendrum anisatum</i> mostrando tipo de crecimiento monopodial.	9
Figura 2. <i>Laelia anceps</i> mostrando tipo de crecimiento simpodial.	9
Figura 3. Colección de orquídeas epífitas.	45
Figura 4. Colección de orquídeas terrestres.	45
Figura 5. Invernadero de la FES Zaragoza.	46
Figura 6. Extractor de aire y ventilas del invernadero de la FES Zaragoza.	46
Figura 7. (a) Fenología periódica y (b) la ramificación de brotes laterales en algunas orquídeas terrestres.	55
Figura 8. Brotes vegetativos de <i>Bletia</i> spp.	56
Figura 9. Brotes vegetativos de <i>Malaxis</i> spp.	57
Figura 10. <i>Bletia gracilis</i> .	59
Figura 11. <i>Govenia superba</i> .	59
Figura 12. <i>Malaxis brachyrrhynchos</i> .	59
Figura 13. Fenología de la especie epífita <i>Laelia anceps</i> .	61

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Rangos de temperatura favorables para el cultivo de orquídeas dependiendo del clima.	23
Cuadro 2. Rangos de humedad que requieren las orquídeas durante las diferentes estaciones del año.	24
Cuadro 3. Tratamientos para el control de plagas en orquídeas.	31
Cuadro 4. Tratamiento para el control de enfermedades en orquídeas (Simone y Burnett, 2002).	34
Cuadro 5. Fotoperiodo para orquídeas.	35
Cuadro 6. Rangos de temperatura para el cultivo de orquídeas.	35
Cuadro 7. Especies que integran la colección de orquídeas del invernadero de las FES Zaragoza.	43
Cuadro 8. Orquídeas terrestres ubicadas sobre la línea de base de los bancales B1, B2 y B3 en el invernadero.	48
Cuadro 9. Orquídeas epífitas ubicadas sobre la segunda línea del bancal B2 y la tercera línea en la rejilla metálica en el invernadero.	48
Cuadro 10. Ficha de registro de los eventos fenológicos.	49
Cuadro 11. Formas de vida de las especies de la colección de orquídeas del invernadero.	53
Cuadro 12. Época en que los brotes vegetativos de las orquídeas terrestres alcanzan la talla máxima por género.	60





## ÍNDICE DE GRÁFICAS

	Pág.
Gráfica 1. Colección de orquídeas en el invernadero FES-Zaragoza.	52
Gráfica 2. Temperaturas registradas en el invernadero durante el periodo estacional primavera- verano del 2004.	52
Gráfica 3. Registro de la humedad relativa en el invernadero durante el periodo estacional primavera-verano del 2004.	53
Gráfica 4. Formas de vida de las especies agrupadas en géneros de la colección de orquídeas.	54
Gráfica 5. Formas de vida de las especies de la colección de orquídeas.	54
Gráfica 6. Estado de las especies de la colección de orquídeas del invernadero.	54
Gráfica 7. Fenología de la brotación vegetativa de las especies del género <i>Bletia</i> .	56
Gráfica 8. Fenología de la brotación vegetativa de las especies del género <i>Malaxis</i> .	57
Gráfica 9. Brotación vegetativa de <i>Schiedeella</i> , <i>Govenia</i> , <i>Deiregyne</i> , <i>Dichromanthus</i> y <i>Habenaria</i> .	58
Gráfica 10. Presencia de escapos florales en géneros terrestres.	58
Gráfica 11. Época en que los brotes vegetativos de las orquídeas terrestres de la colección alcanzan la talla máxima.	60
Gráfica 12. Talla mensual de los brotes vegetativos por género.	61
Gráfica 13. Brotes vegetativos de cuatro especies del género <i>Laelia</i> de la colección en el invernadero.	62
Gráfica 14. Brotes vegetativos de las especies <i>Arpophyllum spicatum</i> , <i>Epidendrum anisatum</i> , <i>Erycina hyalinobulbon</i> y <i>Oncidium graminifolium</i> .	62
Gráfica 15. Brotes vegetativos de las especies del género <i>Pleurothallis</i> de la colección en el invernadero.	63
Gráfica 16. Brotes vegetativos de las especies del género <i>Prosthechea</i> de la colección en el invernadero.	63

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1. Plano del invernadero de la FES Zaragoza.	46
Diagrama 2. Área en donde está ubicada la colección de orquídeas.	47
Diagrama 3. Diseño del bancal con dos niveles.	48





# RESUMEN





## RESUMEN

El estudio de la fenología de la Colección Viva de orquídeas del invernadero de la Facultad de Estudios Superiores Zaragoza UNAM, se realizó con 170 ejemplares de diversas especies provenientes tanto de recolectas del proyecto “Flora orquideológica del Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan y Anexas”, como de donaciones de particulares. El estudio fenológico se llevó a cabo durante la época comprendida del primero de marzo al 31 agosto del año 2004.

El estudio consistió en establecer la proporción de las formas de vida, el registro semanal de los distintos estados fenológicos de los ejemplares. Se determinó la talla máxima de los brotes vegetativos de especies terrestres y el número de brotes en las epífitas. La secuencia del desarrollo de brotes vegetativos y reproductivos. En las orquídeas epífitas y terrestres se inspeccionó la parte basal, lateral o apical de cada tallo para identificar los brotes vegetativos y florales.

El mantenimiento de las orquídeas consistió en aplicar riego una o dos veces por semana, fertilizar con Osmocote en proporciones 14-14-14 (N-P-K) para las orquídeas terrestres y Folifertil en proporciones 18-18-18 (N-P-K) para especies epífitas. El control de plagas y enfermedades se efectuó una vez por semana.

La colección viva de orquídeas contenía especies con forma de vida terrestre, epífita y saprófita. Las terrestres constituyen el mayor número de ejemplares de la colección, sobre todo del género *Bletia*. La colección cuenta con 18 géneros y 41 especies identificadas. El 83% de los ejemplares presentaron brotes, el 12% se encontraban en estado de latencia, principalmente del tipo terrestre y el 5% murieron. La mayor proporción de brotes vegetativos se desarrollaron durante el mes de mayo en los géneros *Bletia* y *Malaxis*, mientras que en *Schiedeella* y *Deiregyne*, los brotes se desarrollaron durante los meses marzo y abril, respectivamente. El mayor número de escapos florales se desarrollaron durante los meses de junio y julio, en los géneros terrestres *Bletia*, *Govenia* y *Malaxis*.

Las especies que estuvieron en floración y fructificación en el período del presente estudio fueron: *Bletia gracilis* y *Govenia superba*, mientras que *Malaxis brachyrrhynchos* sólo en floración.

La mayoría de las orquídeas epífitas desarrollaron brotes vegetativos durante los meses de mayo y junio; excepto las especies *Laelia anceps* y *Epidendrum anisatum*, cuyos brotes se presentaron en los meses de marzo y abril.

A pesar de las condiciones subóptimas de temperatura y humedad relativa presentes, para algunas especies, en el invernadero, los ejemplares de la colección se adaptaron y sobrevivieron en un 95%.

En suma, se recabó y ordenó la información de las especies del orquidario bajo cultivo en el invernadero; además, se obtuvo un registro de datos de las condiciones ambientales y de los eventos fenológicos.





Eric Pérez Toledano



Diana Lisbeth Jardón Sánchez

# INTRODUCCIÓN



BIOLOGÍA VEGETAL



BIÓLOGO



## INTRODUCCIÓN

México ocupa el cuarto lugar mundial por su alta biodiversidad y número de endemismos. La riqueza biológica del país se debe en gran parte a la orientación que tiene el continente y donde la familia Orchidaceae, con más de 1300 especies (Soto, Hágsater y Salazar, 2001; Hágsater *et al.*, 2005), ha sido una de las más vulnerables al igual que otras especies de plantas, por lo que más de 180 especies de esta familia se encuentran en los estatus de “peligro de extinción”, “amenazadas” o “bajo protección especial” (NOM, 2001). Esto se debe a la destrucción de sus comunidades vegetales, sobre todo los bosques tropicales lluviosos, los encinares y los bosques de neblina, donde generalmente se desarrollan. Asimismo a la extracción masiva para fines ornamental u hortícola que reduce de esta manera, el tamaño de las poblaciones tanto de terrestres como de epífitas.

Ante esta problemática se ha tenido que recurrir a la conservación *in situ* para mantener su variación genética, interacciones con otros organismos y para que continúen evolucionando; y *ex situ* mediante diferentes formas como colecciones de plantas en jardines botánicos o invernaderos, viveros comerciales, bancos de germoplasma y herbarios, con la finalidad de desarrollar programas de difusión, educación, exhibición, investigación, preservación, propagación y mantenimiento (Hágsater *et al.*, 2005) Aquellos sitios con colecciones vivas deben estar ideados para controlar y mejorar las condiciones ambientales (temperatura, luz, humedad), para conservar y reproducir especies que ya no pueden subsistir en su hábitat, facilitando su cultivo, propagación y protección (Matallana y Montero, 2001; Medrano *et al.* 2005).

Ante la falta de información acerca de la conservación de algunas especies es necesario conocer y establecer estrategias que permitan un mejor manejo de especies que se encuentren dentro de alguna categoría de amenaza.

En las colecciones de plantas vivas se debe considerar el tipo de clima de donde provienen las especies; además se debe documentar información importante como: aspectos fenológicos (germinación, desarrollo vegetativo, floración, fructificación, etc.), las condiciones de cultivo, así como la determinación de polinizadores y la susceptibilidad a plagas y enfermedades (Terrazas, 1994), con el propósito de conocer su aclimatación *ex situ* y de esta manera se puedan propagar y reintegrar a sus ambientes naturales.

El valor científico de la colección será mayor en tanto se tenga una mejor información acerca de las especies que la componen, esto se puede lograr mediante un registro de datos fenológicos utilizando sistemas que permitan almacenarlos, acceder a ellos y recuperarlos, así como una mejor planeación del desarrollo y simplificación de la administración de la colección. Esta recopilación de información debe incluir número de registro, datos taxonómicos (género y especie), datos de colecta y procedencia de la localidad, entre otros.





La colección viva de plantas de orquídeas en el invernadero de la FES Zaragoza se estableció en el año 2000, desde entonces se carecía de información fenológica de la colección, así como de los factores ambientales (temperatura, humedad relativa, luz) del orquidario, que permitieran el manejo y planeación del cultivo y mantenimiento de los ejemplares. Debido a lo anterior y para que la colección adquiera un valor científico, se tuvo el interés de realizar el presente estudio, que consistió en ordenar la información acerca de las especies de orquídeas que se mantenían bajo cultivo en este lugar; además, de obtener un registro de datos de las condiciones ambientales, de los eventos fenológicos a través de observaciones continuas, que sirvan para realizar estudios de propagación y conservación. Dicho estudio, se desarrolló durante un periodo de seis meses.







# ANTECEDENTES





## ANTECEDENTES

### ***Diversidad de orquídeas***

Las orquídeas se concentran generalmente en áreas muy específicas, que son importantes por la riqueza, diversidad o endemismos. Se estima que en México existen seis áreas muy diversas, con menos de 100,000 hectáreas cada una, localizadas en diferentes regiones florísticas del país, las cuales poseen 50% del total de las orquídeas registradas y representan tan sólo 0.003% del territorio mexicano (Lomeli *et al.*, 2005). En México, todas las regiones situadas al sur del Trópico de Cáncer, desde las costas del Pacífico y del Golfo hasta las regiones que no rebasan los 3,500 msnm en los estados de: Chiapas, Guerrero, Michoacán, Oaxaca y Veracruz albergan la mayor riqueza de orquídeas (Ramírez, 2005; Lomeli *et al.*, 2005). Pero también se pueden encontrar en otros estados como Edo. de México, Morelos, Puebla, San Luis Potosí, entre otros (Wiard, 1987; Barba *et al.*, 2002).

Aunque el número de especies mexicanas es menor que el de otros países de América tropical, como Colombia, Ecuador, Perú y Brasil, México cuenta con un conocimiento taxonómico más avanzado de sus especies. De acuerdo a estudios realizados por Soto (1996) existen alrededor de 1,450 especies y subespecies mexicanas descritas, distribuidas en 159 géneros con 444 especies o subespecies endémicas, correspondiente al 35% del total registrado en el país y colocando a la orquideoflora mexicana en una de las más ricas en endemismos entre los principales países de América Latina, quizás sólo superada por Brasil (Ramírez, 2005).

Las orquídeas son plantas herbáceas y perennes que pertenecen botánicamente a la familia Orchidaceae (Wiard, 1987), que dentro de los vegetales representa a una de las familias más especializada, numerosa y diversa de la naturaleza (Ng y Hew, 2000; Hágsater *et al.*, 2005). Son monocotiledóneas que abarcan cerca del 7% de las fanerógamas distribuidas en el globo terrestre (Pedroso de Moraes, 2002), la familia comprende cerca de 900 géneros y más de 35,000 especies, además los híbridos suman aproximadamente 45,000 (Navarro *et al.*, 2001), pero Hew y Yong (2004) estiman que existen 750 géneros con 25,000 especies y 30,000 híbridos. Los miembros de la familia se pueden encontrar en todo el mundo, aunque su presencia es más importante en el cinturón tropical del planeta donde se concentra casi el 56%. En México se distribuyen cerca de 1200 especies, lo que representa aproximadamente el 6% del total mundial (Espejo *et al.*, 2002).





### Clasificación Taxonómica:

Reino: Plantae  
División: Magnoliophyta  
Subdivisión: Angiospermae  
Clase: Liliopsida  
Subclase: Liliidae  
Superorden: Orchidanae  
Orden: Asparagales  
Familia: Orchidaceae

(Hágsater *et al.* 2005)

### **Adaptaciones ecológicas**

Las orquídeas presentan gran variabilidad de modificaciones tanto en estructuras vegetativas como florales, así como mecanismos altamente especializados de polinización, con la finalidad de producir semillas y perpetuar su especie.

La sobrevivencia de las orquídeas depende de parámetros físicos como tipo de sustrato, humedad, luz, y temperatura, de factores químicos como la acidez del sustrato o del suelo; así como factores bióticos como la presencia de un hongo micorrízico con el que forma una simbiosis. Son casi cosmopolitas, encontrándolas en los cinco continentes, exceptuando los polos y zonas desérticas.

La familia Orchidaceae ocupa una gran cantidad de ambientes con diversas formas de vida: epífita, terrestre, saprófita y subterráneo (Bechtel *et al.*, 1985).

Las epífitas crecen y se sujetan mediante sus raíces en los troncos de los árboles de bosques y selvas tropicales húmedas (Nieder *et al.*, 2001). Allí forman el equivalente de la rizosfera de la tierra, una zona de alto ingreso, mineralización y liberación de nutrientes adquiridos. Absorben nutrientes con sus raíces (con una capa externa de células muertas llamada velamen), principalmente nitrógeno proveniente de fuentes como lluvia, polvo y aire. Aprovechan la descomposición de detritus, hojarasca, organismos muertos y materia fecal de los organismos, también captan agua que corre por el tallo y las ramas durante las lluvias, que les proporcionan minerales y materia orgánica proveniente de la actividad biológica del dosel de los árboles. Las orquídeas no penetran el sistema vascular de los árboles (Wiard, 1987; Damon, 2005).

Las terrestres crecen en el suelo de bosques abiertos de pino y pino-encino (Wiard, 1987). Buscan los nutrientes necesarios en el suelo, fundamentalmente en las zonas con mucho humus, donde fija sus raíces. Estas se pueden presentar como órganos almacenadores para crecer y desarrollarse adecuadamente.





Las saprófitas, consideradas así porque se sabía que obtenían sus nutrientes de materia orgánica en descomposición en el humus y liter de los bosques, pero actualmente se sabe que en realidad son “micótrofas” o “micheterotrófas” porque su única fuente externa de nutrición depende específicamente de hongos (Zettler *et al.*, 2003). Son siempre terrestres. En México se encuentran sólo dos géneros: *Hexalectris* y *Corallorhiza*.

Las subterráneas son muy escasas, viven debajo de la tierra en casi todo su ciclo de vida, consiste en un tallo del almacenamiento subterráneo carnoso (o tubérculo) que produce una cabeza floral, la cual llega únicamente a la superficie del suelo, por ejemplo *Rhizanthella gardneri* endémica de Australia Occidental con alrededor de 150 flores diminutas, asociada con el sistema radical de *Melaleuca uncinata* que le aporta los nutrientes mediante un hongo micorrízico para crecer (Cribb, 2003).

Dependiendo del tipo de crecimiento del tallo las orquídeas se dividen en simpodiales y monopodiales (Navarro, *et al.*, 2001). Las monopodiales presentan un eje único, con crecimiento indefinido con raíces adventicias e inflorescencias laterales en las parte axilar de las hojas de manera opuesta (Figura 1), mientras que en las simpodiales se distinguen dos tipos de ejes, un rizoma y tallos más o menos erectos llamados pseudobulbos, presentes en la mayoría de la epífitas y funcionan como estructuras de almacenamiento de agua y alimento (Figura 2). Además, en cuya base, después de un periodo de reposo, nace un nuevo tallo y las inflorescencias se originan lateral o terminalmente (Wiard, 1987).

Las orquídeas dependerán completamente de la asociación de tipos particulares de hongos micorrízicos para subsistir con éxito, tanto para las orquídeas clorofílicas y no clorofílicas, ya que todas, en cierta etapa de su desarrollo son dependientes de fuentes externas de nutrientes generalmente durante la primera etapa de crecimiento cuando aún son plántulas (Stewart y Zettler, 2002). La relación simbiótica con el hongo micorrízico provee los nutrientes, vitaminas, factores de crecimiento y particularmente los carbohidratos necesarios para el crecimiento de la orquídea (Rasmussen, 2002).



Figura 1. *Epidendrum anisatum* mostrando tipo de crecimiento monopodial.



Figura 2. *Laelia anceps* mostrando tipo de crecimiento simpodial.





Las orquídeas han desarrollado mecanismos altamente especializados en sus sistemas de polinización. Muchas de ellas se relacionan con una especie determinada de insecto (Aragón y Ackerman, 2004). Desafortunadamente, esto hace a la especie más dependiente y vulnerable a la pérdida de su relación mutualista. Más de la mitad de las especies de orquídeas son polinizadas principalmente por *Himenópteros*: abejas (Lehnebach y Riveros, 2003), avispas y hormigas. Las primeras son los polinizadores por excelencia (61%) por su diversidad y su movilidad. Las avispas visitan las flores en busca de néctar y no son polinizadores especializados. Otros polinizadores son *Dípteros* que pertenecen a diversas especies de moscas; *Lepidópteros*: mariposas y polillas; *Coleópteros*, escarabajos, son polinizadores no especializados y aves (Johnson y Brown, 2004) como colibríes, entre otras.

Los polinizadores son atraídos por las orquídeas por diferentes medios entre los que se encuentran el color (Johnson y Brown, 2004), la forma (Chung y Chung, 2005), tamaño y fragancia de la flor (Aragón y Ackerman, 2004). Las flores de algunos géneros de orquídeas mimetizan formas de algunos insectos, presentándose la pseudocopulación y en algunas especies emiten un olor característico de las feromonas del insecto hembra atrayendo de esta manera a los machos que transportaran el polen de una flor a otra (Barba *et al.*, 2002).

El ciclo de vida de las orquídeas generalmente ocurre en la naturaleza mediante el siguiente proceso: después de que las flores han sido polinizadas, se desarrollan los frutos ó cápsulas que pueden durar hasta un año en madurar, dentro de ellas se encuentran miles o millones de semillas de tamaño diminuto con pocas reservas alimenticias, estas se dispersan con el viento y agua y se establecen muy pocas para germinar en un sustrato con condiciones óptimas de humedad, acidez, luz y se relacionan simbióticamente con un hongo micorrízico específico que le proporcionará los carbohidratos y otros nutrimentos para su desarrollo. Las plántulas crecen hasta llegar a la madurez y por consiguiente la floración. Posteriormente emergen nuevos brotes vegetativos de la planta madura, desarrollándose de igual manera hasta llegar a formar grandes colonias, en algunas especies de epífitas, esto sucede a través de los años (Arditti, 1992; Barba *et al.*, 2002; Hew y Yong, 2004).

### **Características morfológicas**

La familia Orchidaceae es una de las familias más diversa del Reino vegetal, y naturalmente presenta características relacionadas a las demás familias de las monocotiledóneas, como la venación foliar paralela, verticilos florales trímeros, la presencia de un ovario ínfero, etc. Algunos caracteres de acuerdo a Arditti (1992), están relacionados en todas las especies de orquídeas, como el surgimiento del labelo (modificación del pétalo opuesto a la antera), el





surgimiento del ginostemo, la presencia de semillas pequeñas numerosas y sin endospermo, con granos de polen en forma de masas compactas (polinios).

Las estructuras florales de las orquídeas y sus espectaculares adaptaciones son altamente especializadas. La enorme variedad de flores de la familia Orchidaceae se debe a su gran poder de adaptación ambiental (Arditti 1992).

### *Raíces*

Las raíces de las orquídeas son simples o ramificadas, carnosas y con un diámetro aproximado de entre 1 y 10 milímetros, dependiendo de la especie. Por lo general son circulares en corte transversal, pero también las hay aplanadas. La morfología de las raíces depende de la forma de vida, ya sea terrestre o epífita. Las raíces de las epífitas están a menudo expuestas al ambiente y a veces sujetas a una estructura de apoyo y en las terrestres están normalmente ocultas en el suelo (Hew y Yong, 2004; Hágsater *et al.*, 2005).

Las raíces de las orquídeas epífitas están caracterizadas por una punta verde a veces rojiza, como en el caso para algunas especies del género *Dendrobium*. El resto de la raíz se cubre con una capa de células llamada velamen. La función del velamen es de absorción de agua y minerales. Asimismo esta estructura puede fotosintetizar en la porción verdosa de sus puntas. Las raíces se producen en los nudos basales en orquídeas simpodiales. En contraste, la producción de la raíz en orquídeas monopodiales es en los intervalos regulares cerca de la región nodal a lo largo del eje del tallo y pueden producirse más de tres raíces a cada nudo. Por ejemplo, pueden producirse raíces aéreas en la especie *Aranda deborah* en los nodos sucesivos, pero la ocurrencia de raíces a lo largo de dos nodos adyacentes es rara (Hew y Yong, 2004; Hágsater *et al.*, 2005).

Las raíces de las orquídeas terrestres son subterráneas, finas y carnosas, con la función probable de almacenamiento.

Generalmente, las raíces de las orquídeas poseen varias capas: velamen, epidermis, exodermis, corteza, endodermis y la médula (Stern y Judd, 2000). Entre el velamen y la exodermis están los cloroplastos en las epífitas. La exodermis es una capa celular de alta especialización que se encuentra entre la corteza y el velamen. Las raíces de las orquídeas terrestres presentan una inmensa cantidad de pelos radicales, semejante a cualquier otra planta, como por ejemplo en la especie *Spathoglottis alicata* (Pedroso de Moraes, 2002; Hew y Yong, 2004).

### *Tallos*

Los brotes (yemas) de los tallos pueden diferenciarse en pseudobulbos, tallos herbáceos y cormos.





*Pseudobulbos.* Dressler (1981) menciona que las orquídeas epífitas poseen una estructura alargada bulbosa en la base de las hojas llamada pseudobulbo. En general, es una porción alargada del tallo del cual surgen las hojas y las inflorescencias; con diferentes formas (elíptica, ovalado, redondeado), tamaños (desde unos milímetros hasta varios centímetros) y coloración (Pedroso de Moraes, 2002). Se pueden clasificar, sin tomar en cuenta su forma, en homoblásticos (dos o más entrenudos) como en *Dendrobium crumenatum* y heteroblásticos (un solo entrenudo) como en *Oncidium gouldiana* (Ng y Hew, 2000; Hew y Yong, 2004).

Estudios realizados en pseudobulbos de diversas orquídeas, revelan la ausencia de estomas. La función principal es almacenar agua y alimento (Zotz, 1999; Ng y Hew, 2000; Pedroso de Moraes, 2002). Este órgano está cubierto por una capa gruesa de cutícula. La epidermis consiste en dos, tres o cuatro capas de células de parénquima. Los pseudobulbos maduros poseen células “asimiladoras” que contienen cloroplastos y granos de almidón, junto con grandes células muertas de forma irregular con paredes plegadas, las cuales, pueden ser usadas para almacenar agua. Comparado con el exterior, la porción central es de color verde encendido. Esto se atribuye a la distribución de las células vivas: las células cerca de la epidermis, son ricas en cloroplastos pero carecen de almidón, mientras que las que se encuentran cerca del centro del pseudobulbo son ricas en granos de almidón y carentes de cloroplastos. De acuerdo a estudios anatómicos, la posible función de las células vivas es el de almacenaje de almidón (Ng y Hew, 2000; Hew y Yong, 2004, Hágsater *et al.*, 2005).

*Tallos herbáceos.* Arditti (1992) señala que los tallos herbáceos poseen una cutícula, una capa cerosa no celular formada por cutina, la cual es la responsable de propiciar una menor pérdida de agua. La epidermis se constituye por células que presentan paredes celulares más gruesas, con pocos estomas. Para el caso de las orquídeas que poseen este tipo de tallos, como las terrestres, necesitan vivir en un ambiente con alta humedad relativa para su sobrevivencia en los meses de sequía.

*Cormos.* Algunas orquídeas terrestres como *Bletia*, *Govenia*, *Liparis* y *Malaxis* presentan tallos característicos del tipo cormo (Hágsater *et al.*, 2005). Pueden variar en tamaño, forma y espesor. En general estos tallos presentan numerosas yemas situadas en el axis foliar (segmentos o entrenudos), como *Bletia parkinsonii*. Almacenan agua y sustancias de reserva como el almidón para el desarrollo de nuevos brotes, flores y frutos. (Arditti 1992; Ng y Hew, 2000; Hágsater *et al.*, 2005).





## Hojas

Las hojas de las orquídeas son de muchas formas (aplanadas, flabeliformes, lanceoladas, cordadas, elípticas, conduplicadas entre otras), tamaños y espesores (Pedroso de Moraes, 2002). Generalmente se pueden dividir en dos tipos de acuerdo a su grosor: delgadas y gruesas. Tanto las delgadas como las gruesas carecen de estomas en la epidermis superior. Las orquídeas con hojas delgadas como: *Oncidium gouldiana*, *Spathoglottis plicata* y *Cymbidium sinense*, tienen una alta densidad de estomas en la epidermis inferior en comparación con las hojas gruesas. Las hojas gruesas las presentan las especies de los géneros: *Dendrobium*, *Aranda* y *Mokara* (Hew y Yong, 2004). En cuanto a su textura Arditti (1992) afirma que pueden ser divididas en dos categorías: membranosas y coriáceas. Sus estructuras que la conforman son: cutícula, epidermis superior, capa del mesófilo, capa vascular y epidermis inferior.

Arditti (1992) reportó que las orquídeas que presentan hojas coriáceas tienen una cantidad reducida de estomas, comparadas con las hojas membranosas. Cutículas gruesas y células epidérmicas poseedoras de paredes con alto grado de lignificación están presentes en un gran número de orquídeas.

La mayoría de las orquídeas poseen hojas con venación paralela, como en otras monocotiledóneas, pero existen excepciones como el de *Clematapistephium*, que presenta venación reticulada (Arditti, 1992).

En la mayoría de las orquídeas las hojas están arregladas distalmente, o en dos hileras, con las hojas alternadas en lados opuestos del tallo. Cada nodo del tallo sostiene al órgano que origina la hoja, con una yema axilar en la base. En muchas orquídeas el rizoma sostiene solo algunas brácteas de las hojas u hojas cubiertas. En muchos casos el tallo o pseudobulbo sostiene una sola hoja, y la orientación de las brácteas o cubiertas de las hojas, es distal. La condición primitiva, sin embargo, parece ser un arreglo espiral. En pocos casos, por condensación de los entrenudos, aparecen dos o más hojas surgiendo al mismo nivel (Dressler, 1981).

## Flores

Las flores de las orquídeas poseen un cáliz formado por tres sépalos verdes o de color, corola constituida por tres pétalos alternados con los sépalos. El pétalo dorsal con frecuencia esta sumamente modificado, tanto en color como en forma, generalmente es más grande y llamativo y tiene la finalidad de atraer o guiar a los insectos polinizadores. Este pétalo se conoce también como labio o labelo (Hew y Yong, 2004; Cardoso e Israel, 2005; Hágsater *et al.*, 2005)

Las flores pueden semejar insectos o arañas, algunas parecen tener pelos, otras tienen pétalos o sépalos que asemejan terciopelo, etc. El color de las flores que predomina es el amarillo, pero los demás colores están representados en casi todos sus tonos, desde los más encendidos hasta los más delicados, desde el blanco níveo hasta el pardo oscuro casi negro (Barba *et al.*, 2002).







La forma de las flores va desde la casi completa simetría radial hasta la más extrema simetría bilateral, o bien, hasta la asimetría. Su tamaño varía de 1.0 mm a 25.5 cm de diámetro.

Muchas flores de las orquídeas giran hacia abajo 180° durante el desarrollo, a esto se le llama resupinación (Hew y Yong, 2004).

Las orquídeas presentan una columna. Es la fusión de los órganos reproductivos masculino y femenino (estambres y pistilo). La columna está localizada en la parte central de la flor, cubierto por una porción filamentosa, que sirve como conductor del tubo polínico al ovario ínfero (Pedroso de Moraes, 2002). La antera está en la parte apical de la columna, encerrando al polinario y al rostelo situado abajo del polinario. Generalmente, el polinario consiste de polinios o masas de polen (Ehlers *et al.*, 2002), viscidios (órgano pegajoso) y estípites (capa delgada de tejido que conecta el polinio con los viscidios). El rostelo generalmente produce una porción adhesiva que permite fijar el polinario al polinizador. Abajo del rostelo está el estigma, una cavidad llena con fluido pegajoso. Durante la polinización, los polinios se colocan en el estigma. El ovario (inferior) contiene óvulos por debajo del punto de inserción de los sépalos y pétalos (Hew y Yong, 2004).

### Frutos

Los frutos de las orquídeas son cápsulas tricarpelares, o sea, originarios de tres megasporofilos. La dehiscencia de la cápsula madura ocurre a partir de dos o tres valvas permitiendo la liberación de las semillas. En algunos géneros, las valvas se separan completamente del ápice y se fragmentan esparciendo las semillas por todas partes. En otras orquídeas, las valvas permanecen adheridas apicalmente (Arditti, 1992).

### Semillas

Las semillas de las orquídeas son muy pequeñas; la mayoría posee dimensiones entre 0.2 - 0.75 mm de largo y 0.3 - 5.0 mm de ancho y pesan generalmente entre 0.4 y 2  $\mu\text{g}$  (Pedroso de Moraes, 2002, Hágsater *et al.*, 2005) y consisten de un pequeño embrión esférico, que estructuralmente carece de endospermo, suspendido dentro de una cubierta seminal membranosa transparente (Luna *et al.*, 2004).

Las semillas presentan de un 70 - 90% de aire, lo que facilita su dispersión a largas distancias.

Con respecto a la presencia de cotiledón, la mayoría de las semillas de orquídeas no los presentan, aunque algunas los tienen de forma rudimentaria. El embrión de acuerdo a su tamaño puede medir de 30 - 100  $\mu\text{m}$  de ancho y pesar 0.3-14  $\mu\text{g}$ . Está integrado por una masa de células indiferenciadas (Hew y Yong, 2004) muy similares y no es muy evidente algún tejido especializado. Los embriones maduros están diferenciados funcionalmente en dos zonas celulares: la región apical o anterior, que consiste de células pequeñas y densas, el cual da





origen al meristemo apical de la plántula; y la región basal o posterior, formada por células grandes a veces vacuoladas (Luna *et al.*, 2004).

Las reservas alimenticias de la semilla se almacenan en el embrión y consisten de lípidos, cuerpos proteicos y pequeños granos de almidón (Arditti, 1992).

*Etapas de germinación.* Para que una semilla de orquídea germine debe tener un sustrato con condiciones adecuadas como: humedad, luz, acidez y también una relación simbiótica con el hongo micorrízico específico que le proporcione los nutrimentos necesarios para su desarrollo (Yoder *et al.*, 2000; Rasmussen, 2002; Stewart y Zettler, 2002).

La germinación comienza cuando el embrión absorbe agua mediante la cubierta seminal aumentando de tamaño por el incremento en el volumen de sus células. Se inicia la división celular en la región anterior, rompiendo la cubierta seminal, dando origen al protocormo. Los embriones y protocormos pueden tener una coloración verde por la presencia de clorofila, pero sin una eficiencia fotosintética óptima.

El primer primordio foliar aparece como una pequeña protuberancia o región del promeristemo, su organización puede ser en la región apical del embrión o desarrollarse lateralmente. Las capas histogénicas usuales en el ápice del brote se diferencian cuando se establece el primordio foliar.

En la superficie inferior del protocormo, aparecen pelos absorbentes o rizoides. La raíz verdadera se desarrolla endógenamente, en la parte media basal del protocormo después de la formación de unas hojas, dando como resultado el desarrollo de una plántula (Luna *et al.*, 2004).

## **Conservación de orquídeas**

### *Destrucción de hábitat*

La fragmentación y la destrucción del hábitat tienen serios efectos en la conservación de la biodiversidad. Cuando un área natural de cualquier hábitat empieza a ser perturbada, se pueden registrar cambios importantes en la intensidad de luz, humedad y temperatura.

Un factor importante en la destrucción y pérdida de hábitat ha sido la explosión demográfica que ha experimentado el país en los últimos 40 años y ha provocado que muchos lugares sean destinados para abrir paso principalmente a la agricultura, así como la creación de asentamientos humanos, la construcción de carreteras, industrias energéticas, entre otros. (Hirano *et al.*, 2005). La falta de una planeación y el aprovechamiento irracional de los recursos naturales generan la pérdida de ecosistemas y especies endémicas de México. En esta situación se encuentran grupos económicamente importantes, como los árboles maderables, plantas medicinales o plantas con importancia hortícola: bromelias, cactáceas y orquídeas, catalogando a muchas especies de éstas últimas en





algún estado de riesgo. Esto conlleva en acelerar el estudio de los recursos del país para promover estrategias de conservación y divulgación (Peña y Chávez, 1983; Soto y Hagsater, 1990; Maunder *et al.*, 2001[b]; Ramírez, 2005).

Entre las plantas vasculares, la familia *Orchidaceae* ha sido una de las más vulnerables por la destrucción de su hábitat (bosques tropicales lluviosos, encinares y bosques de neblina) principalmente y a la extracción masiva de plantas de las poblaciones silvestres, debido a su alto valor hortícola y comercial (Soto y Hagsater, 1990).

La NOM-059-SEMARNAT-2001 (CONABIO, 2004) reporta 15 especies de orquídeas en peligro de extinción, 59 amenazadas, 106 sujeta a protección y una probablemente extinta en el medio silvestre correspondiente a la especie *Laelia gouldiana*. De estas categorías, aproximadamente el 40% son endémicas de México.

#### Conservación in situ y ex situ

A la conservación de las especies en su ambiente original que permite conservar la variación genética de las especies, sus interacciones con otros organismos y la capacidad de seguir evolucionando se llama conservación *in situ*.

Para que las orquídeas permanezcan en su hábitat depende, en la gran mayoría, de la conservación de grandes áreas con ambientes originales, debido a que las áreas productivas y deforestadas poseen pocas especies.

En México existen problemas en este tipo de conservación, ya que muchas regiones importantes para la conservación no están ubicadas dentro del Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP), ni son protegidas por los pobladores de estas zonas, como en el caso del estado de Oaxaca que es uno de los estados más biodiverso, con 151 áreas prioritarias para la conservación, pero otras más no están ubicadas en el SINAP. Asimismo es importante resaltar la falta de vigilancia en casi todas las áreas naturales protegidas, que permita su permanencia, ya que la tala, extracción de especies, la invasión de terrenos, la agricultura y la ganadería, entre otros problemas se siguen observando. Aunque si existen planes de manejo para éstas áreas dándoles un “uso sustentable”, en la práctica no se han implementado correctamente. Sin embargo hay ejemplos exitosos de conservación como las reservas de la biosfera de Chamela-Cuixmala y Calakmul, los bosques comunitarios de la Unión Chinanteco-Zapoteca en el norte de Oaxaca y el Monumento Natural Bonampak, manejado por los lacandones, con la participación comunitaria de importancia en la mayoría (Hagsater *et al.*, 2005).

La conservación de especies *ex situ*, es aquella que se desarrolla fuera de su hábitat y es considerada como complemento y apoyo a los esfuerzos de conservación *in situ*, ya que así puede preservarse parte de la biodiversidad





genética y especies particulares que están en riesgo (Hirano *et al.*, 2005). Este tipo de conservación tiene dos objetivos importantes: el mantenimiento de las especies que ya no pueden subsistir en la naturaleza, y la propagación masiva y comercialización de muchas especies a través del mayor número de cultivadores, con el propósito de reducir y desalentar la colecta en la naturaleza y compra de estos ejemplares, como el caso de *Laelia anceps* que se puede conseguir en viveros y de buena calidad hortícola (Hágsater *et al.*, 2005; Ramírez, 2005). La colección de especies se pueden preservar *ex situ* en distintos lugares, como son: jardines botánicos, herbarios, invernaderos, entre otros (Riswan *et al.*, 1991, Maunder *et al.*, 2001 [a]).

A partir de las colecciones *ex situ* se generan grandes posibilidades de investigación sobre los componentes de la diversidad biológica permitiendo así a las instituciones participar en la difusión científica y la educación ambiental (GLOWKA ET AL., 1994). Por otra parte también es necesario impulsar el cultivo y propagación, en particular de las especies con escasas poblaciones naturales (Ramírez, 2005) y de las que son casi imposibles de cultivar, como muchas orquídeas terrestres y micoheterotróficas que son difíciles de manejar *ex situ* y son a los que deberían abocarse los jardines botánicos (Hágsater *et al.*, 2005).

El éxito en la conservación depende en gran medida de la información científica disponible de las especies y ecosistemas que se quieren conservar así como el nivel de comunicación entre los científicos y los que manejen los recursos (Soule, 1986; Schemske *et al.*, 1994). El establecimiento de estrategias de conservación deben conjuntar diversos enfoques y estudios que integren información básica y aplicada, en lo referente al cultivo de orquídeas fuera de su hábitat, que puede desempeñar un papel importante en el mantenimiento de un buen cultivo, colecciones grandes, diversas y organizadas, que permitan que el germoplasma que se resguarde sea utilizado para propagación y otras acciones necesarias. Los conservacionistas deben tener claro que es necesario mantener la diversidad de especies y genes de todo tipo de orquídeas, y no sólo de las más atractivas que se producen frecuentemente por clonación (Cibrian, 1999, Hágsater *et al.*, 2005).

La conservación *ex situ* que cumplen los jardines botánicos y la sistematización de información botánica que realizan los herbarios son elementos importantes que conducen hacia políticas de conservación ecológica de una manera integral (Luneva *et al.*, 2000; Consorcio GTZ/FUNDECO/IE, 2001).

En las colecciones de plantas vivas es necesario tomar en cuenta qué taxa hay y de donde provienen; además de documentar otros datos de interés como: aspectos fenológicos, el desarrollo de los ejemplares en condiciones de cultivo, observación de polinizadores y la susceptibilidad a plagas o enfermedades (Terrazas, 1994). Para que una colección viva de plantas tenga valor científico, de acuerdo a Terrazas (1995), debe estar perfectamente documentada, para ello





se toman en cuenta registros con aspectos fenológicos y de propagación. Los datos del registro serían: desarrollo vegetativo (presencia o ausencia de yemas), floración (presencia o ausencia de yemas), fructificación, polinización, propagación, germinación, tratamientos, tipo de sustratos, desarrollo de las plántulas, fertilización, susceptibilidad a plagas o enfermedades, entre otros.

Además, se debe dar un seguimiento de los diferentes movimientos de un espécimen dentro de las colecciones, desde su recepción, su etapa de aclimatación, su ubicación temporal o definitiva. El manejo de una colección de plantas vivas lleva consigo la necesidad de contar con una enorme cantidad de información, que requiere de sistemas prácticos y eficientes. Por ejemplo, el uso de sistemas computarizados tiene la ventaja de almacenar, acceder y recuperar datos, así como una mejor planeación del desarrollo y simplificación de la administración de las colecciones. A través de estos sistemas se tiene disponible de manera más rápida, accesible y confiable el manejo de los datos. También permite la comunicación e intercambio de información entre otras instituciones científicas (Terrazas, 1994).

Los datos básicos que debe incluir el tipo de sistemas computarizados son: número de registro o acceso de cada ejemplar (clave) para identificarlo en todo tiempo, datos nomenclaturales que incluye el género, especie y el taxón intraespecífico, familia a la que pertenece el ejemplar, autoridad, datos de colecta y procedencia con la localidad exacta (Terrazas, 1994).

#### *Colecciones ex situ*

*Herbarios.* Los Herbarios son centros científicos donde se guardan colecciones de especímenes de plantas secas y prensadas. Contribuyen a la investigación ecológica, evolutiva, morfológica, palinológica y fitogeográfica, entre otras (Consortio GTZ/FUNDECO/IE, 2001). Por ejemplo, respecto a orquídeas, el Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología (AMO) posee una colección con más de 25,000 ejemplares, 5000 flores conservadas en frascos con formaldehído, una diapoteca con 100,000 diapositivas, 3200 dibujos originales, 2,000 ejemplares *Tipos* mexicanos y de otras partes del mundo, 120,000 registros en bases de datos, 3000 plantas vivas, 700 títulos entre libros y revistas, etc. (Sánchez com. pers., 2006).

*Jardines Botánicos.* Un Jardín Botánico es un lugar donde se conserva y preserva la flora de una determinada región o país y se realizan investigaciones sobre las colecciones que éste alberga (Ascencio y Maldonado, 2005).

La importancia de los jardines botánicos radica principalmente en la conservación *ex situ* de colecciones de plantas vivas tanto endémicas (Gu, 1998), como raras o en peligro de extinción (Rodríguez, 1999; Ortiz y Medina,





2004) permitiendo el desarrollo de programas de difusión, educación, exhibición, investigación, aplicación y su preservación (Maunder *et al.*, 2001[a]).

No se conoce con precisión el número de especies que albergan las colecciones de los Jardines Botánicos en México; aunque, en 1994 la SEDESOL publicó 2,870 especies con 1120 géneros y 186 familias, al menos de 22 Jardines Botánicos registrados (Rasgado *et al.*, 1994). Sin embargo, 360 especies para la familia *Orchidaceae* están representadas en los Jardines Botánicos, lo que corresponde aproximadamente al 30% de especies de plantas vasculares y al 3% de especies en riesgo (Rodríguez, 1999).

Algunos ejemplos de Jardines Botánicos en México que albergan colecciones vivas de orquídeas son:

\* Jardín Botánico de la UNAM, en el Instituto de Biología en Ciudad Universitaria, D.F.

\* Jardín Botánico Cuernavaca, Morelos

\* Jardín Botánico “José Narciso Rovirosa” de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco

(UJAT), establecido dentro de las instalaciones de la División Académica de Ciencias

Biológicas (DACBiol.-UJAT),

\* Jardín Botánico “Dr. Faustino Miranda” de Chiapas, en Tuxtla Gutiérrez.

\* Jardín Botánico de Quintana Roo

\* Jardín Botánico Regional “El Soconusco”, en Tapachula Chiapas.

Entre otros, en donde se pueden observar muchas orquídeas mexicanas consideradas en peligro, estas colecciones ofrecen una gama de orquídeas de los estados de Guerrero, México, Michoacán, Morelos y Veracruz, entre ellos las orquídeas más representativas son los géneros: *Prosthechea*, *Lycaste*, *Epidendrum* y *Laelia*.

Por lo tanto, los Jardines Botánicos deben ser considerados como herramientas prioritarias para la conservación de la biodiversidad biológica *ex situ* (Rodríguez, 1999).

*Invernadero.* Los invernaderos están ideados para reproducir, controlar y mejorar las condiciones ambientales, como la temperatura, humedad (Medrano *et al.*, 2005) y luz (Matallana y Montero, 2001; Gálvez *et al.*, 2005); así como el control fitosanitario, para adaptar a las plantas a las condiciones ambientales similares a las de su hábitat.

El objetivo de los invernaderos es facilitar el cultivo (mejor respuesta, rendimiento, precocidad y calidad) (Clouser y Owen, 1990; Infoagro, 2001), la propagación y protección de especies vegetales, tanto de hortalizas como ornamentales (Bernat *et al.*, 1990; Alpi y Tognoni, 1991). Los más comunes son los que reproducen una atmósfera tropical, ideal para las orquídeas y palmeras;





o bien, los de ambientes desérticos indicados para el cultivo de cactus (Bown, 2005).

Los invernaderos se pueden convertir en laboratorios para la investigación (Bernat *et al.*, 1990) al proporcionar condiciones controladas para el desarrollo de las plantas y permitir el estudio de las mismas, en muchos casos fuera de su hábitat, situación que de otra manera implicaría grandes gastos en tiempo de traslado y recursos económicos de los investigadores a ambientes naturales (Alpi y Tognoni, 1991; Serres de France, 1997; Vigouroux, 1998).

### ***Colecciones de orquídeas en invernadero***

En la construcción de un invernadero para el cultivo de orquídeas se deben considerar diferentes aspectos, como son los principales géneros que lo ocuparán, dependiendo si la orquídea proviene de una zona tropical o subtropical (Clouser y Owen, 1990), topografía del terreno, clima de la zona, orientación de la construcción (Bernat *et al.*, 1990), así como el diseño que se utilizará, tomando en cuenta la temperatura, humedad relativa, luminosidad, ventilación, entre otras características (Rentoul, 1989; Matallana y Montero, 2001).

El invernadero se recomienda de una dimensión de por lo menos de 3.5 m de ancho por 4.5 o 5.5 m de largo, como mínimo, suficiente para cultivar un número variable de orquídeas; además permitirá colocar dos bancos de propagación en cada lado con un pasillo en el centro.

Hay invernaderos desde los más rústicos, contruidos con estructura de madera (Dayan, 2004), hasta los más automatizados, contruidos con estructura metálica y aluminio (Hartmann y Kester, 1999; Matallana y Montero 2001; Giacomelli, 2004 [a]), siendo éste último de los más utilizados, ya que no se oxida y no necesita pintarse.

La orientación del invernadero esta determinada por la dirección del caballete (tejado) o los canales, relativo a la línea de movimiento del sol. No hay ninguna orientación óptima, pero la preocupación primaria es respecto a la cantidad máxima, duración y disponibilidad uniforme de radiación solar para el crecimiento de las plantas. Geográficamente se recomienda colocarlo con una orientación Norte a Sur, ya que la luz anual total recibida será mayor (Matallana, y Montero, 2001; Giacomelli, 2004 [a]).

El vidrio se utiliza más ampliamente como cubierta de invernaderos debido a que presenta una elevada transmisión de luz y ofrece, a la vez una protección eficaz contra viento, lluvia y nieve y consigue retener una determinada cantidad calorífica mediante el efecto invernadero (Matallana y Montero 2001). Es buen





aislante térmico y conserva por mucho tiempo sus propiedades, puesto que es insensible a la irradiación natural, no se altera por efectos de ácidos, de la humedad y es incombustible (Giacomelli, 2004 [a]).

El piso o suelo, soporte físico del cultivo, puede ser de concreto, de tabique rojo (ladrillo), roca muy porosa como el tezontle, o el suelo en sí, considerando su textura, capacidad de retención de agua y color, ya que un suelo oscuro absorbe y emite mejor las radiaciones que un suelo claro, y que un suelo compacto conduce mejor el calor que un suelo de tipo arenoso (Bernat *et al.*, 1990).

Los pasillos deben ser de por lo menos de 0.6 m de ancho, para colocar las plantas a los lados en bancos de propagación contruidos de madera o metálicos, con malla dura de alambre galvanizado, de acero o tablillas de madera, para permitir el drenaje y el movimiento de aire de las macetas; no tan altos para su fácil manejo, mantenimiento y recepción de luz; o bien, en bases o rejillas metálicas fijadas en la pared del invernadero.

#### *Factores ambientales en el invernadero para orquídeas*

Se deben considerar tres niveles de cultivo, según las necesidades de luz y aire, de cada especie (Labollita, 2000):

*Línea de base:* Aquí se colocan las plantas terrestres y algunas epífitas que necesitan poca luz, sobre macetas invertidas, por ejemplo, o en bancales. Las especies de los géneros para este nivel son: *Cymbidium*, *Laelia*, *Phanias* y *Paphiopedilim* entre otras.

*Segunda línea:* Se arma apoyando las orquídeas sobre un bancal o estantes intermedios de 50% de luz, para recibir un poco más del sol, como *Dendrobium nobile* y los géneros *Cattleya* y *Vandas*.

*Tercera línea:* En este sector se ubican las orquídeas que requieren más aire y luz. Se colocan en macetas colgadas o en troncos o trozos de madera. Las especies ideales para este lugar son: *Dendrobium pendular* y catleas unifoliadas, así como los géneros *Phalaenopsis*, *Oncidium* y más arriba colocar miltonias, orquídeas miniaturas o de tamaño mediano.

*Iluminación.* La radiación solar puede actuar como un desencadenador de procesos morfogénéticos, de regulación fitocrómica de desenvolvimiento y de tropismo. La luz es uno de los factores ambientales más importantes para el desencadenamiento de la mayoría de las reacciones fisiológicas, como el crecimiento y floración. Las plantas se adaptan, como el caso de las orquídeas, a intensidades de luz regulando la morfología de sus hojas y flores, su composición, estructura y su estado fisiológico (capacidad fotosintetizadora), que como consecuencia genera una alteración de sus vías metabólicas primarias y secundarias, originando de esta forma, diferentes respuestas en sus procesos







anabólicos y catabólicos para regular su estado funcional máximo (Pedroso de Moraes, 2002; Sheenan, 2002).

Las condiciones de iluminación, son fundamentales para un invernadero, ya que la calidad, intensidad y cantidad de luz son las que determinan las posibilidades del cultivo. Se debe tomar en cuenta la duración del día en cada época del año y en función de la latitud en que se encuentre, para programar el manejo de la cantidad de horas luz que requiere cada cultivo (especie), ya sea mediante iluminación artificial para aumentar horas luz o cubriendo con películas o mantas negras para reducir horas de iluminación natural.

En el invernadero se debe tener iluminación natural o artificial. En la artificial, se utilizan lámparas de sodio, incandescentes o fluorescentes (Matallana y Montero, 2001) o simplemente se regula la iluminación natural en el interior del invernadero. Esto con el fin de aumentar la asimilación fotosintética e incrementar los rendimientos productivos en el cultivo de orquídeas (Clouser y Owen, 1990). En general, la mayoría de orquídeas crecen óptimamente en intensidades de luz en un rango de 1000 a 4000 bujías/pie, respectivamente, por ejemplo para las especies de los géneros: *Cattleya*, *Oncidium*, *Phalaenopsis*, *Pleurothallis* y *Paphiopedilum* (Fitch *et al.*, 2004), por esta razón, la cantidad de luz que ingresa al invernadero se debe de controlar reduciendo su intensidad, ya sea pintando o colocando un sistema de sombreado con tela o malla en los períodos más luminosos del año (Rentoul, 1989; Sheehan, 2002).

**Temperatura.** Es el parámetro climático más utilizado para monitorear el ambiente de un invernadero. Es un factor determinante del desarrollo fenológico de los cultivos y de su actividad metabólica. Por lo que, el objetivo del manejo de un invernadero es mantener el cultivo en su rango óptimo, mediante un sistema de control de temperatura que permita mejorar las necesidades energéticas (Ojeda, 2004). Se han establecido tres valores de temperatura:

*Temperaturas letales*, son las temperaturas máximas o mínimas las cuales producen daños fisiológicos letales a la planta.

*Temperaturas biológicas*, definen el rango donde la planta presenta actividad para desarrollar las fases fenológicas deseables, como la floración y fructificación.

*Temperaturas óptimas*, definen el rango deseable de la temperatura para que el cultivo se desarrolle a su potencial máximo.

La disminución de la temperatura, por debajo de su rango óptimo de la planta, provoca: detención del crecimiento foliar tanto en elongación como expansión, cambios anatómicos y morfológicos de las hojas, reducción del transporte y distribución de fotoasimilados, disminución de la absorción de agua y sales minerales y envejecimiento precoz del tejido fotosintético por necrosis celular. Por el contrario, por arriba de su rango óptimo pueden presentar: menor





firmeza y coloración irregular del fruto, estrés hídrico, cierre potencial de estomas, destrucción de tejidos enzimáticos a altas temperaturas (>40° C) y abortos florales, entre otras alteraciones, así como presencia de enfermedades fungosas (Ojeda, 2004).

La temperatura ideal para la mayoría de las orquídeas es de 10° C a 30° C, pero, por lo regular se cultivan en un clima cálido, aunque no todas necesitan la misma temperatura, esto es dependiendo del clima de donde provienen. Es importante controlar en el invernadero los rangos más comunes de temperatura diurna y nocturna (Cuadro 1) según el clima de donde provengan (McDonald, 1999; Labollita, 2000).

*Humedad relativa.* La humedad relativa (HR) es la cantidad de agua contenida en el aire. Cada especie de orquídea tiene una humedad ambiental idónea para desarrollarse en perfectas condiciones, dependiendo si la orquídea proviene de una zona cálida, templada o fría, por ejemplo *Phalaenopsis equestris*, necesita una HR del 70% (Su *et al.*, 2001).

**Cuadro 1. Rangos de temperatura favorables para el cultivo de orquídeas dependiendo del clima.**

CLIMA	Temperatura (° C)	
	Diurna	Nocturna
Cálido	26-32	18-21
Templado	21-26	13-18
Frío	15-21	10-13

Existe una relación inversa de la temperatura con la humedad. Si un volumen conocido de aire con una masa fija de vapor de agua se calienta, la humedad relativa disminuye, ya que la humedad a saturación aumenta (Ojeda, 2004).

La humedad presente en el aire se expresa en términos de densidad, conocida como humedad absoluta, la masa de vapor de agua por unidad de volumen. La humedad máxima potencial que el aire pueda retener depende de su temperatura, a mayor temperatura mayor es la humedad a saturación que el aire puede retener. Largos periodos de baja humedad promueve el cierre de estomas y en consecuencia la anulación de la absorción dióxido de carbono (Ojeda, 2004).

La humedad ambiental debe reproducirse de acuerdo al hábitat del que proceden las orquídeas. La mayoría necesitan una humedad entre el 40 al 70% que varía según la estación del año (Cuadro 2).





**Cuadro 2. Rangos de humedad que requieren las orquídeas durante las diferentes estaciones del año.**

ESTACIÓN	HR (%)
Verano	70 a 80
Primavera y Otoño	60
Invierno	40 a 50

En verano, se debe aumentar la humedad del ambiente en el invernadero, manteniendo el piso húmedo o con bandejas llenas de agua y guijarros o grava, para que, al evaporarse el agua, las plantas se refresquen y se desarrollen adecuadamente. También se puede pulverizar con agua las orquídeas con rociador. Los helechos, rocas, ladrillos y plantas acuáticas son elementos accesorios que ayudan a mantener la humedad. En invierno, necesitan poca humedad y poco riego, debido a que la mayoría de las orquídeas están en estado latente, pero se pueden regar por aspersion una vez por semana (McDonald, 1999; Labollita, 2000).

Si las orquídeas están colocadas sobre bancales, la separación entre sus bases debe ser de 90 cm aproximadamente (Labollita, 2000), para que se pueda transitar entre ellos.

*Ventilación.* La ventilación es el intercambio de aire ambiental con la atmósfera dentro del invernadero. El principal propósito es reducir la temperatura del aire, con el uso de ventiladores y mediante ventilas y ventanas para la circulación de aire hacia el interior, y la humedad relativa para el control de enfermedades, provocados por hongos y bacterias.

En los invernaderos con ventilación natural, el movimiento de aire se lleva a cabo por convección, en donde el aire caliente sube hasta las zonas abiertas cercanas al eje principal de la estructura cuando el aire frío de mayor densidad baja. El flujo de aire depende de la diferencia de temperaturas entre el interior y el exterior del invernadero. Entre más grande sea la diferencia es más rápido el intercambio de aire. Por su parte, la ventilación forzada utiliza ventiladores eléctricos (colocados uno en cada lado de la pared) y aberturas de entrada (puertas o ventanas) para el intercambio de aire, en donde la temperatura del aire del invernadero puede ser reducida al valor de la temperatura exterior. Esta ventilación provee un movimiento de aire idóneo con un potencial de enfriamiento durante los periodos cálidos (Giacomelli, 2004 [b]).

El movimiento ligero de aire, refresca las hojas de las orquídeas, permitiéndoles tolerar intensidades de luz elevadas sin quemarse. También el





agua evaporada que lleva el aire a las superficies de las hojas y de los espacios entre ellas, reducen el riesgo de infección por hongos, bacterias y algunas plagas. Una suave brisa ayuda a eliminar los espacios de aire frío que pueda existir alrededor de las plantas. Se puede propiciar una buena circulación de aire con un ventilador, simulando la brisa que se presenta en condiciones naturales (McDonald, 1999).

### *Cultivo de orquídeas*

Considerando las especies de orquídeas que se estén cultivando, es necesario tomar en cuenta diferentes aspectos, tales como: el tipo de sustrato, fertilización, riego, control de plagas y enfermedades.

*Sustratos para orquídeas (epífitas y terrestres).* Comúnmente existen tres medios de cultivo: suelo natural, sustrato y solución hidropónica. El sustrato es un término que se aplica para referirse a los materiales sólidos de tipo orgánico e inorgánico, que colocados en un contenedor, en forma pura o mezclada, permite el anclaje y el soporte de la planta. Pueden ser, por su origen, de materiales sintéticos, orgánicos o minerales; por su actividad química, inertes o activos. El mejor sustrato es aquel que proporcione a las raíces las mejores condiciones de desarrollo en cuanto a aireación, agua, nutrimentos y temperatura. Debe reunir las siguientes características: económico y de fácil disponibilidad, libre de impurezas perjudiciales, ligero, buena porosidad, buen drenado inicial para facilitar aireación después del riego, alta capacidad de retención de humedad, ligeramente ácido, buena capacidad de intercambio de cationes y fácilmente desinfectable, entre otras (Ojeda, 2004).

Los sustratos ideales para el cultivo de orquídeas epífitas existen en gran cantidad, tales como diferentes cortezas de árboles (pino), helecho arborescente de las familias Dicksoniaceae y Cyatheaceae (maquique), hojas de pino seco, corcho, perlita, tamaños y tipos de rocas (porosa), como tezontle rojo, musgo esfagno, osmunda, carbón vegetal (Espinosa *et al.*, 2000; Faria *et al.*, 2001; Seals *et al.*, 2005). Otros como vermiculita y cáscara de arroz carbonizado, también se recomiendan (Faria *et al.*, 2001).

Para orquídeas terrestres, se recomienda usar arena, turba musgo esfagno, pedazos de corcho y pasto (pequeña capa) (Whitlow, 2005).

*Fertilizantes y dosis para orquídeas.* La nutrición en el cultivo de orquídeas, cuando se desconoce la manera de suministrar los nutrimentos, puede convertirse en un problema importante, pero cuando se aplica eficientemente permite acelerar el crecimiento y desarrollo vegetativo, aumentar la precocidad en la floración, prolongar la vida postcosecha e incrementar la calidad comercial.





Las orquídeas, en general, requieren pequeñas cantidades de fertilizantes, a causa de su crecimiento lento. Existen diferentes tipos de fertilizantes para orquídeas como del tipo granular, foliar y de liberación controlada (Espinosa *et al.*, 2000).

*Granular:* es poco recomendable utilizarlo, ya que producen quemaduras en las raíces y una alta concentración de sales en el sustrato. Existen fertilizantes granulados de liberación lenta de los nutrimentos (Fiatt, 2000).

*Foliar:* se puede aplicar mediante el riego o asperjando en toda la planta. En los géneros *Cymbidium* y *Phalaenopsis* las aplicaciones de 100, 50 y 25 mg kg<sup>-1</sup> de N, K y Mg son las óptimas. En las especies del género *Cattleya* se obtiene un crecimiento óptimo con 50 mg kg<sup>-1</sup> de N, P y K (Espinosa *et al.*, 2000).

*Liberación controlada:* como el Osmocote, MagAmp, Pro-Go pueden ser de corto o largo plazo. En el caso del Osmocote de corto plazo (1 a 4 meses) aportan 70-31-58 g m<sup>-3</sup> de N, P y K; los de largo plazo (1 a 8 meses) aportan 360-52-200 g m<sup>-3</sup> de N, P y K (Espinosa *et al.*, 2000; Black, 2003).

La dosis de fertilización depende de la actividad de las orquídeas, es decir, si se encuentran en crecimiento vegetativo, en floración, o en estado latente (McDonald, 1999; Fiatt, 2000; Seals, *et al.*, 2005):

*Crecimiento vegetativo:* se aplica la concentración 20-20-20 (N-P-K), produce un rápido y vigoroso crecimiento en todas las variedades de orquídeas (Fiatt, 2000). Se recomienda preparar una cucharadita por un galón de agua en aplicaciones semanales y cuando empieza a madurar la planta, disminuir la aplicación.

*Floración:* Se recomienda 10-50-10 para estimular la floración y promover el desarrollo de raíces, o bien 10-30-20, que refuerza la resistencia a las enfermedades. Estas fórmulas se utilizan a una dosis de una cucharadita por galón de agua.

*Latencia:* durante el período de latencia no es necesario fertilizarlas, ya que su metabolismo está casi paralizado y la planta no utiliza los nutrimentos.

La deficiencia de N, P y K inhiben el crecimiento de la planta y en las hojas provoca clorosis y las hojas más viejas se tornan a un color verde oscuro y se presenta pérdida de turgencia de los tejidos (Pedroso de Moraes, 2002).

*Riego.* El riego en las orquídeas es otro de los factores importantes de cultivo, depende del medio de cultivo (sustrato), época del año, estado de la actividad fisiológica de la planta (latente y crecimiento), y las condiciones





medioambientales (altas temperaturas, baja humedad y movimiento de aire) (Horak, 2005).

Riego durante la actividad fisiológica de la orquídea.-

Cuando el crecimiento de las orquídeas es activo requieren riego, ya sea por aspersión o sumergiendo en agua cada maceta, de una o dos veces a la semana o más. Si el riego se lleva a cabo con una manguera, el agua debe ser distribuida de manera uniforme, en toda la superficie de la planta (McDonald, 1999; Horak, 2005).

En otoño e invierno cuando el crecimiento de las orquídeas ha finalizado (sobre todo en las terrestres) y pasan al estado latente, las plantas se riegan cada siete o diez días, o sólo una aspersión ligera puede ser suficiente (Horak, 2005).

Riego dependiendo del tipo de sustrato.-

Las orquídeas epífitas que están en macetas colgantes (con una mezcla de osmunda y corteza) y con las raíces expuestas, necesitan riego de 2 a 3 veces por semana. Las plantas de orquídeas epífitas y terrestres en sustrato con alta capacidad de retención de humedad, como turba, sólo requieren riego de una a dos veces por semana, dependiendo si está húmedo o no el sustrato (Sheehan, 2002; Thomas, 2005).

Riego dependiendo de las condiciones medioambientales.-

Durante la época de lluvia, con el ambiente nublado, fresco, mojado o húmedo, el riego es cada 10 ó 14 días. Cuando la intensidad luminosa y la temperatura es alta (cálido) y el ambiente seco, se debe incrementar el riego de las orquídeas cada 3 ó 4 días; sin embargo, en las noches cálidas, pueden promover la putrefacción de la raíz. Por ejemplo, especies epífitas de los géneros *Cattleya*, *Laelia*, *Oncidium*, *Miltonia*, y *Odontoglossum* requieren poco riego, en las terrestres como *Paphiopedilum* y *Haemeria* requieren mas agua (Thomas, 2005; Horak, 2005).

En general, se recomienda regar por las mañanas, desde la superficie hasta que quede completamente húmedo el sustrato, con la finalidad de que el agua pueda absorberse y no evaporarse rápidamente (Labollita, 2000). Regar una sola vez a la semana en invierno y dos veces a la semana en verano especialmente si se encuentran al aire libre, ya que estas condiciones cambian cuando las plantas se encuentran en invernaderos (McDonald, 1999).

Los síntomas visibles cuando una orquídea es regada en forma excesiva, son: marchitamiento de la planta, los pseudobulbos se arrugan, perdiendo el aspecto turgente, las hojas como los géneros de *Cattleya* y *Phalaenopsis*, se enroscan y desarrollan pliegues (se arrugan), las hojas de los géneros *Miltonia* y *Oncidium* no se expanden y se plisan como un acordeón, se desarrollan áreas





oscuras alrededor de la base del tallo, las hojas más viejas se tornan amarillentas y caen, el sustrato de crecimiento huele ácido o agrio y las raíces tienen color oscuro y granuladas (Hernando, 1997).

Los síntomas son similares a los anteriores, cuando el riego es deficiente: la planta se marchita, pero tiene sus raíces sanas, las hojas más delgadas de algunas orquídeas, como las miltonias, se plisan como acordeón y no se desarrollan, en este caso, aunque se aumente el riego, las hojas afectadas no mejorarán; la situación es irreversible para las hojas afectadas, pero las hojas nuevas serán normales y la planta tendrá una apariencia débil y las hojas se desprenden fácilmente (Hernando, 1997).

Para los cultivos en bancales se puede utilizar el riego por aspersión, infiltración localizada y riego subterráneo.

*Plagas y enfermedades.* En orquídeas se conocen numerosas plagas y enfermedades, de las cuales sólo se enumerarán las más comunes. Su presencia es un indicador de que las condiciones de cultivo no son las adecuadas, tales como: exceso o baja humedad, las mezclas de sustratos en la maceta son incorrectos, falta de luz y cambios de temperatura extremos, entre otras, o quizás las plantas están demasiado aglomeradas, con ventilación reducida. Con frecuencia la propagación de las plagas y enfermedades se lleva a cabo cuando un ejemplar enfermo o plagado, se encuentra cerca del resto de la colección; o bien, las hojas enfermas se dispersan por toda la zona de cultivo, infestándola. Lo que procede realizar es, examinar la planta y detectar el tipo de plaga o enfermedad. Posteriormente debe separarse el ejemplar y darle el tratamiento adecuado para controlar y eliminar la infestación (Hamon, 2002).

Por artrópodos.-

*Cochinilla algodonosa:* Pertenece a la especie *Pseudococcus* spp, miden de 2 a 4 mm de longitud, ovalado a elíptico, su cuerpo es suave, se cubren generalmente con un polvo ceroso blanco y tiene proyecciones filamentosas (a veces muy largas) alrededor de su cuerpo de manera horizontal (McDonald, 1999; Hamon, 2002). Forman rápidamente colonias en las hojas, pétalos y entre los brotes vegetativos y florales e inhiben su desarrollo. En las hojas provocan una coloración amarillenta e incluso puede llegar a perderse en su totalidad; en casos más severos la planta muere (McDonald, 1999; Potter, 2000).

*Áfidos:* *Aphidoletes aphidimyza* pertenece a la familia *Aphididae*, son pequeños insectos, de 1 a 6 mm de longitud, de cuerpo blando y movimiento lento que se multiplican fácilmente en pocos días formando colonias (Hamon, 2002), de color verde, amarillo o rosa. Se establece en los brotes vegetativos y florales de las orquídeas, especialmente en las especies de *Cymbidium*. Su forma de alimentación favorece la transmisión de virus, además de impedir el crecimiento





y perforar la superficie de la planta; producen una sustancia dulce que atrae a las hormigas y favorece el desarrollo de moho (McDonald, 1999; Potter, 2000).

**Arañas aradoras:** La especie *Phytoseiulus persimilis* es muy pequeña, menor que la cabeza de un alfiler, de movimiento rápido, amarillas, verdes o rojas encontrándolas inicialmente en la superficie inferior de las hojas, algunas veces también en las yemas vegetativas y florales. Producen una telaraña muy fina y perforaciones en el envés de la hoja. Prospera en condiciones secas, polvosas y cálidas (McDonald, 1999; Potter, 2000; Price, 2002).

**Insectos de escama:** Las especies *Diaspis boisduvalii*, *Chrysomphalus aonidum*, *Genaparlatoria pseudaspidotus*, *Coccus hesperidum*, entre otras, miden de 1 mm a 3 mm de longitud, poseen un caparazón duro, sin movilidad, de color café, blanco o gris, atacan las hojas, tallos, pseudobulbos y flores. Tienen forma ovoide a redondeado. Las infestaciones severas provocan un debilitamiento severo de la planta y dejan cicatrices, secretan un líquido dulzón y al igual que los áfidos favorecen el desarrollo de hongos y la atracción de hormigas (McDonald, 1999; Potter, 2000; Hamon, 2002).

**Hormigas y termitas:** se establecen generalmente en macetas grandes, por si mismas no causan daños a la planta, pero aceleran la descomposición del sustrato y las hormigas fomentan el desarrollo de áfidos. Deben eliminarse al reenmacetar (Nobile, 1987; Potter, 2000, Hamon, 2002).

**Cucarachas:** varían en tamaño y color, generalmente son de cuerpo ovalado, aplanado con antenas largas. Causan daño a las flores al masticarlas. Son de actividad nocturna principalmente, no es recomendable usar insecticidas sobre las plantas, lo mejor es utilizar cebos con metiocarbono o con fosfato de hierro, líquidos con metaldehído para combatirlas (Nobile, 1987; Hamon, 2002).

**Orugas:** son fases inmaduras de mariposas, generalmente de forma cilíndrica, desde delgadas a robustas. Pueden causar estragos en el cultivo al alimentarse de ellas. Se combaten también con un insecticida o utilizando controles biológicos (Potter, 2000, Hamon, 2002).

Para controlar las plagas de cochinilla algodonosa e insectos de escama, es conveniente utilizar un algodón empapado de alcohol desnaturalizado, repitiendo esto cada cinco o seis días hasta que la planta esté limpia; para el caso de los áfidos y arañas aradoras, en infestaciones menores se pueden remover con lavados de agua caliente y detergente. También puede aplicarse insecticida por aspersión semanalmente, de tres a cuatro veces, hasta que se elimine totalmente la plaga (Nobile, 1987; McDonald, 1999; Potter, 2000; Hamon, 2002; Price, 2002) (Cuadro 3).







#### Por moluscos.-

Caracoles y babosas: es difícil observarlos, ya que son de actividad nocturna y pueden terminar en una sola noche con el trabajo de cultivo de años; dejan marcas de masticadura en los bordes de las hojas y pétalos, así como perforaciones en los brotes vegetativos y florales. Estos animales pueden removerse y matarse, o usar cebos con metiocarbono o con fosfato de hierro, líquidos con metaldehído (aunque es muy tóxico), también hay cintas adhesivas que impiden su paso. El uso de cerveza resulta efectiva para combatirlos. Si las plantas se cultivan en espacios abiertos, hay algunos depredadores naturales de los caracoles y babosas, como son las aves, sapos, ranas, serpientes y tortugas (Nobile, 1987; McDonald, 1999; Potter, 2000; Hamon, 2002).

#### Por bacterias.-

Mancha blanda: La bacteria *Erwinia carotovora* responsable de la mancha blanda se presenta en especies de los géneros *Laelia*, *Oncidium*, *Cattleya*, *Miltonia*, *Vanda* y *Phalaenopsis*. Afecta al tejido de hojas y raíces extendiéndose rápidamente y un poco menos en rizomas y pseudobulbos. El tratamiento a seguir es, primeramente reducir el riego para minimizar la humedad de las hojas, ya que esta enfermedad se desarrolla con mucha humedad; asperjar bactericidas como Physan o Captan, así como sulfato de cobre que son efectivos para eliminarla (Simone y Burnette, 2002).

Manchas cafés: provocadas por la bacteria *Pseudomonas cattleyae*, en especies del género *Cattleya* se presenta como una lesión hundida y acuosa sobre la hoja, volviéndose posteriormente café o negra. Dicha lesión exuda un líquido oscuro. La enfermedad avanza rápidamente, si no es controlada a tiempo, provocando la muerte. Para controlar esta enfermedad, se cortan las zonas dañadas y la planta se asperja con una solución bactericida, todo de forma aislada. Si la planta está muy dañada, es mejor desecharla (McDonald, 1999; Simone y Burnette, 2002).

Putrefacción café: ocasionada por *Erwinia cyripedii*, atacan a especies de los géneros *Paphiopedilum* y *Cyripedium*. Forma manchas ovaladas en el centro de las hojas, que van de color pardo a pardo marrón oscuro, extendiéndose en todas direcciones desde el punto inicial. El tratamiento es la misma que el de la mancha blanda (Simone y Burnette, 2002).

#### Por hongos.-

Manchas negras: frecuentemente causadas por las especies de hongos *Phytophthora cactorum* o *Pythium ultimum*. Esta enfermedad representa una de las más dañinas en orquídeas, causada por el riego en exceso o por emplear sustratos en descomposición. Se presenta como áreas suaves podridas inicialmente en hojas o brotes nuevos (generalmente secos), extendiéndose a toda la planta, tanto en las raíces como en los tallos. Las áreas infectadas se observan al principio de color café púrpura, hasta color negras, la parte dañada





avanza con un frente amarillo. Deben removerse las zonas dañadas cortándolas hasta media pulgada del tejido sano. Después de esto la planta se debe empapar con un fungicida que contenga etridiazol o sulfato de cobre, aislarla en un área de baja humedad o bien sin humedad. Regarla cuidadosamente hasta que se recupere (McDonald, 1999; Simone y Burnette, 2002; Seals *et al.*, 2005).

**Cuadro 3. Tratamientos para el control de plagas en orquídeas.**

Plaga	Nombre comercial del insecticida	Dosis	
		En 26 litros	En 0.26 litros
<b>Áfidos</b>	Aplicación (aspersión)		
	(C) Jabón insecticida	Variable	
	(A) Malathión, 50% EC	1 ¼ partes de solución.	1 ¼ cucharita (cafetera)
	(C) Mavrik Aquaflow	2-5 fl. oz. (60 a 148 ml)	0.6 a 1.48 ml.
	(C) Orthene	150 gr.	1 cucharita.
	(B) Enstar II (C) Maratón, 1% G	Variable Variable	
<b>Cochinilla algodonosa</b>	Aplicación (aspersión)		
	(A) Malathion, 50% EC	1 ¼ partes de solución.	1 ¼ cucharita.
	(A) Talstar 10 WP	170 a 450 gr.	1.7 a 4.5 gr.
	(B) Enstar 5E	Variable	
	(B) Maratón, 1% G (C)	Variable	
<b>Aradoras</b>	Aplicación (aspersión)		
	(C) Avid 0.15 EC	Variable	
	(C) Jabón insecticida	Variable	
	(C) Mavrik Aquaflow	5 fl. oz. (148 ml)	1.48 ml.
	(B) Talstar10 WP	170 a 450 gr.	1.7 a 4.5 gr.
<b>Escama</b>	Aplicación (aspersión)		
	(A) Malathion, 50% EC	1 ¼ partes de solución.	1 ¼ cucharadita
	(A) Volck Oil/Sunspray	Variable	
	(C) Knox Out 2 FM	Variable	
	(C) Orthene Turf,	150 gr.	1 cucharadita
<b>Caracoles y babosas</b>	Cebos		
	(C) Mesurol (Cebo)	Variable	
	(C) Metaldehido (cebo o polvo)	Variable	
	(C)		
<b>Abreviaturas:</b>		EC= Emulsión concentrado	
(A) Bajo condiciones casa, fuera de invernadero y campo.		G= Gránulos	
(B) Bajo condiciones de invernadero.		WP= polvo soluble	
(C) Bajo condiciones dentro y fuera de invernadero.		FM= Suspensión miscible	
		1 cucharadita= 5 gr. Aproximadamente.	

Pudrición de la raíz: causadas por los hongos *Fusarium oxysporum cattleyae* o *Rhizoctonia solani*, reportado en *Cattleya*, *Oncidium*, *Paphiopedilum* y *Phalaenopsis*. Esta enfermedad puede destruir los ejemplares en cualquier etapa de su ciclo de vida. Estos hongos colonizan los rizomas y destruye la planta en la





porción basal de los pseudobulbos, inhibiendo sus funciones. Las hojas se tuercen y se tornan amarillentas. Las raíces y rizomas dañados deben cortarse, si la planta no está muy dañada, reenmacetar la planta en un sustrato nuevo y una maceta estéril. Aislar la planta del resto de la colección y empaparla con fungicida Iprodione o Captan (McDonald, 1999; Simone y Burnette, 2002).

Hojas con puntos: ocasionados por muchas especies de hongos del género *Cercospora*, tales como *C. angraeci*, *C. dendrobii*, *C. epipactidis*, entre otras; así como la especie *Phyllostictina pyriformes*. En las hojas y tallos se observan áreas amarillas en el envés de las hojas y conforme avanza la enfermedad, las manchas se observan en ambos lados, redondeadas y alargadas, tornándose de color café púrpura o negro o marrón oscuro. Cuando el ataque es muy severo puede afectar a toda la hoja y la planta muere. Las plantas deben asperjarse con un fungicida que contenga benomyl y se deben remover las hojas dañadas, pudiendo dejar las hojas con pocas manchas (McDonald, 1999; Simone y Burnette, 2002).

Pétalos dañados: ocasionado por el hongo *Botrytis cinerea*. Se presenta de forma más común en invernaderos muy húmedos, manifestándose como manchas pequeñas, circulares rosáceas de color café o quemadas, en los sépalos y pétalos. El tratamiento consiste en cortar y destruir todas las flores afectadas, incrementando la circulación del aire y disminuir el porcentaje de humedad relativa por abajo del 92%, y finalmente, al regar las plantas, evitar salpicar las flores. Aplicar fungicidas como iprodione o physan (Cuadro 4). (McDonald, 1999; Simone y Burnette, 2002; Seals *et al.*, 2005).

#### Por virus.-

Existen diferentes tipos de virus que infectan a las orquídeas, como el virus de la mancha de orquídea (OFV) transmitida por el ácaro *Brevipalpus californicus*, causando necrosis y clorosis en hojas, tallos, flores y frutos. Se presenta en forma de manchas y rayas de colores blancas, negras, rojas y amarillas (Knoxfield, 1999; Lawson, 2002; Kitajima *et al.*, 2003; Kondo *et al.*, 2003). Los síntomas que manifiestan las orquídeas son manchas negras, rojas o amarillas, rayas sobre las hojas, follaje o flores descoloridas, rayas blancas o cafés sobre las flores, también se puede inhibir el desarrollo y floración o no presentarlas. En todos los casos la planta puede vivir por mucho tiempo y representar una fuente potencial de transmisión viral hacia otras plantas. Los virus son transmitidos por medio de insectos que se alimentan de las plantas o por usar herramientas no esterilizadas al podarlas (Knoxfield, 1999; McDonald, 1999; Potter, 2000; Seals *et al.*, 2005).

El tratamiento que se da a las orquídeas infectadas con virus, es cortar las zonas de los órganos infectados con herramientas previamente esterilizadas y exponer la superficie cortada a la flama varios segundos. Se pueden utilizar





desinfectantes líquidos, como el cloro el cual mata a microorganismos e inactiva los virus por su poder oxidativa. Esta solución se prepara al 2% para inactivar, por ejemplo al virus del mosaico de *Cymbidium* (CyMV), pero para inactivar al virus del mosaico del tabaco en orquídea (TMV-O) se necesita una concentración al 10%; para ambos casos se deben sumergir las plantas por varios segundos. También se puede utilizar una solución de hidróxido de sodio al 2% en TMV-O con un 86 a 96% de efectividad, así como el fosfato de trisodio es otro inactivador de virus porque provoca un pH alto en la solución acuosa, se prepara al 10% para asperjar a las orquídeas (Lawson, 2002).

*Iluminación.* La intensidad luminosa, al igual que otros factores de cultivo, variará dependiendo de la orquídea bajo cultivo. Las orquídeas son adaptables y pueden crecer bajo un rango considerable de intensidades de luz, pero si se excede puede dañarlas. La mayoría de orquídeas requieren aproximadamente entre 1,000 y 4,000 pie bujía (108 y 432 lux) de luz durante cuatro horas por día, como mínimo, para desarrollarse (crecer) adecuadamente y florecer (Horak, 2005). Este nivel de luz es relativamente fácil de controlar, mediante el sombreado de invernadero, que es un procedimiento para enfriar y reducir la cantidad de radiación solar que llega a las plantas. Uno de los sistemas tradicionales de sombreado consiste en un compuesto semipermanente en la parte exterior de los vidrios del invernadero, que es un líquido blanco que se aplica con spray, cuando se seca deja una película blanca que refleja el 50% de la radiación solar. Después de varios meses de intemperización, la película puede ser lavada. Otro método para sombrear, consiste en pegar una malla negra de polipropileno sobre la parte externa del vidrio (con el fin de que cuando se caliente con la radiación se enfríe con el aire exterior del invernadero), la densidad de esta malla determina la cantidad de sombreado deseado, que puede obtenerse de 30 a 92% (Giacomelli, 2004 [b]), aunque se recomienda usar del 50% durante casi todo el año (Horak, 2005).

Algunas especies de orquídeas, tales como *Arundina graminifolia*, *Spathoglottis alicata* y el género *Vanda*, crecen con la luz solar completa, mientras que el género *Phalaenopsis* y las especies *Oncidium goldiana* y *Cymbidium sinense*, crecen mejor en una intensidad de luz mucho más baja. De esta manera, el rango de luz que necesitan para crecer es de un 10 al 15% hasta el 100% de la luz solar completa (Sheehan, 2002; Hew y Yong, 2004).

Sí las orquídeas reciben intensidades luminosas dentro de los límites apropiados para la actividad fisiológica (Pedroso de Moraes, 2002), las hojas tendrán un color verde firme y los pseudobulbos estarán hidratados y consistentes. Por el contrario, si la luz no es suficiente las hojas serán incapaces de fotosintetizar, reduciendo su crecimiento e inhibiendo la floración; las hojas tendrán un color verde claro, los pseudobulbos serán suaves y deshidratados. Las flores serán pequeñas en comparación a su tamaño normal, descoloridas y





marchitas (McDonald, 1999). Si las orquídeas están expuestas al sol directo durante las horas más luminosas se pueden quemar, especialmente a principios de primavera cuando la intensidad es muy alta, pudiendo quemar el follaje delicado en menos de una hora (Horak, 2005), tornar a un color amarillo o rojizo, por lo que es necesario sombrear la zona en donde se encuentran los ejemplares para tener la cantidad de luz apropiada, asegurando de esta forma un buen desarrollo.

**Cuadro 4. Tratamiento para el control de enfermedades en orquídeas (Simone y Burnett, 2002).**

Fungicida	Nombre comercial	Dosis	
		Proporción en 26 litros	Aplicación
Captan	Captan 50 WP, Captan 80 WP	0.6 a 0.9 kg/300 m <sup>2</sup>	Directo en la superficie del sustrato, por aspersión
Sulfato de cobre, básico	Cuproxat 27.1% F.	1 cucharadita	En un intervalo de 7 a 10 días. Evitar la aplicación cuando la temperatura del ambiente exceda los 32°C y en época de floración.
Etridiazol	Terrazole 35 WP y Truban 30 WP	85 a 280 gr./120 m <sup>2</sup>	0.5 partes por aspersión en una maceta de 15 cm en un intervalo de 4 a 12 semanas. Lavar con agua el follaje después de la aplicación.
Ferbam	Carbamate 75% WDG.	0.9 Kg	En un intervalo de dos semanas
Aluminio Fosetyl	Aliette 80% WP y WDG	1.13 a 225 kg ó proporciones más bajas 180 a 360 gr	Por aspersión foliar en un intervalo de un mes. En 120 m <sup>2</sup> . Dos partes de solución en 30.4 cm <sup>2</sup>
Iprodione	Chipco 26019 WP (50%)	0.45 a 0.9 kg	Por aspersión foliar de 7 a 14 días
Mancozeb	Dithane T/O DF (75%), Dithane T/O F (75%)	0.68 kg	En un intervalo de 7 a diez días
Metalaxil	Subdue 2E (21%), Subdue G (2%)	0.23 a 0.9 kg	Una parte de solución en un medio con sustrato de 10 cm de profundidad, en un intervalo de 1 a 2 meses.
Triofanato de Metil	Clearys 3336 (50%) WP, 3336-F (46.2%), Domain FL (46.2%) y SysTec 1998 (46.2%).	Aspersión: 280 a 560 gr. Empapado: 0.9 kg. Sumergir planta	En un intervalo de 10 a 14 días. 2 a 4 semanas.
<b>Abreviaturas:</b> WDG = gránulos solubles dispersos		WP = polvo soluble F = Fluido o dilución	





Algunas orquídeas son de fotoperiodo determinado, estrategia para florecer estacionalmente, como respuesta a días cortos y largos. Dependiendo de la zona de cultivo, se recomienda no exponer las orquídeas a 24 horas de luz, ya que las orquídeas no florecerán o si lo hacen será con pocas flores o los escapos con botones florales pueden deformarse o el borde de los pétalos estarán quemados (McDonald, 1999). Algunas requieren variaciones estacionales en días largos para florecer. Por lo cual, es necesario ajustar el controlador automático del tiempo de iluminación para imitar las estaciones del año (Cuadro 5).

**Cuadro 5. Fotoperiodo para orquídeas.**

MES	Horas / Día
Febrero a Junio	18
Julio a Agosto	16
Septiembre a Octubre	12
Noviembre a Enero	16

Esta lista permite mantener la temperatura tolerable en el área de cultivo, para que cada especie de orquídea florezca en su época correspondiente.

Cuando se cultivan orquídeas, se debe considerar que algunas especies requieren oscuridad continua durante la noche para florecer. Estas especies sensibles incluyen a catleas unifoliadas (una hoja) como *Cattleya labiata*, *C. mossiae*, *C. percivaliana* y *C. trianae*. Otras especies sensibles son *Bulbophyllum falcatum*, *Oncidium splendidum* y *Phalaenopsis amabilis* (McDonald, 1999).

*Temperatura.* Dependiendo de la procedencia, las orquídeas se han establecido diversos rangos de temperaturas para su cultivo de acuerdo al clima de su hábitat (Cuadro 6) (Labollita, 2000; Thomas, 2005).

**Cuadro 6. Rangos de temperatura para el cultivo de orquídeas.**

CLIMA	°C	ESPECIES RECOMENDADAS
Tropical	15 a 28	<i>Phalaenopsis</i> y <i>Vanda</i>
Templado	8 a 24	<i>Oncidium</i> , <i>Cattleya</i> , <i>Laelia</i> <i>Sophranitis</i> , <i>Brassavola</i> , <i>Miltonia</i> <i>Catasetum</i> , <i>Epidendrum</i> , <i>Dendrobium</i>
Frío	6 a 18	<i>Cymbidium</i> y <i>Paphiopedilum</i>

Las temperaturas que se encuentran normalmente en interiores, como casa o invernadero, son adecuadas para cultivar las especies de los géneros más comunes de orquídeas epífitas tales como *Cattleya*, *Phalaenopsis*, *Paphiopedilum*, *Oncidium* y *Miltonia*, entre otras. Temperaturas diurnas de 18.3°





y 26.7°C y temperaturas nocturnas entre 12.8° y 23.9°C son las ideales. Algunas especies, del género *Phalaenopsis*, requieren de períodos con diferencias marcadas de temperatura entre el día y la noche para iniciar su floración. En algunas especies epífitas, si la temperatura es constante y nunca fluctúa entre el día y la noche, entonces no crecerá ni florecerá. Sin embargo, muchas orquídeas son suficientemente resistentes para vivir fuera de los rangos ideales de temperatura, aunque pueden crecer y afectar la floración (Hernando, 1997; Seals, *et al.*, 2005).

Para las orquídeas terrestres, de clima frío, son adecuadas las temperaturas entre 15° y 21°C en el día y de 10° a 13°C durante la noche (McDonald, 1999; Labollita, 2000); aunque se pueden cultivar favorablemente al aire libre bajo los árboles, simulando su hábitat, lo más conveniente es cultivarlas en un invernadero con altas temperaturas, poca luz, ventilación adecuada y humedad alta (Jiménez, com. pers., 2006).

### **Fenología**

La palabra fenología deriva del griego *phaino*, significa manifestar, y *logos* tratado. Es el estudio de los eventos biológicos repetitivos (ciclo de vida) (Azkue, 2000; Gastiazoro, 2004) y de sus causas en relación a los factores bióticos-abióticos (Martínez, 1997; César, 2002) y su interrelación entre fases caracterizadas por eventos de la misma o en diferentes especies (Baumgärtner y Hartmann 2000; Pedroso de Moraes, 2002; Marques *et al.*, 2004).

El ciclo biológico cambia con el genotipo y con los factores del clima, esto quiere decir, que las plantas del mismo genotipo sembradas bajo diferentes condiciones climáticas pueden presentar diferentes estados de desarrollo después de transcurrido el mismo tiempo cronológico. Por lo que cada vez cobra mayor importancia el uso de escalas fenológicas que permiten a la vez, referirse a las observaciones y prácticas de manejo del cultivo en una etapa de desarrollo determinado. Debido al proceso de cultivo que se lleva a cabo durante el ciclo de vida, para los investigadores y productores es necesario el conocimiento de la fenología y la duración de las diferentes etapas de desarrollo (Azkue, 2000).

A través del tiempo, se han utilizado conocimientos sobre los eventos fenológicos en diferentes especies vegetales. Los principales eventos del ciclo de vida o fenofases comúnmente observados en los cultivos son: siembra, germinación, emergencia (inicio, presencia) de yema o brotes (vegetativos y florales), formación, permanencia y caída de hojas, floración, maduración de frutos y la dispersión de frutos y/o semillas y colecta (Martínez, 1997; Azkue, 2000; César, 2002). Un conjunto de fenofases como la sincronía o asincronía de los periodos de foliación, floración, fructificación o dispersión de las poblaciones





o comunidades relacionadas con un calendario y con las variaciones estacionales del año da lugar a un fenograma (Martínez, 1997).

El periodo entre dos distintas fases es llamado “estado fenológico”. El estudio de la periodicidad de los eventos relacionados con la reproducción de las especies tiene gran importancia para entender la adaptación de las plantas a su ambiente (Martínez, 1997). La designación de eventos fenológicos significativos varía con el tipo de planta en observación. Por otro lado, se debe considerar que un cultivo puede no desarrollar todas sus fases fenológicas, si crece en condiciones climatológicas diferentes a su hábitat de origen, debido a que no se adaptan completamente las plantas a dichas condiciones (Azkue, 2000).

El método de observación de los estados fenológicos constituye uno de los enfoques de gran utilidad para conocer la dinámica estacional de las comunidades de plantas y así acercarse al entendimiento de los factores que influyen en sus ritmos biológicos (Martínez, 1997; César, 2002).

Se han reconocido dos enfoques para realizar estudios de esta disciplina, uno cualitativo o descriptivo y el otro cuantitativo o también conocido como fenometría, en donde se analiza cuantitativamente los ciclos de vida de una especie o ciertas fases específicas y su correlación estadística con fenómenos medioambientales.

Por otra parte, se ha propuesto una clasificación para las descripciones de los patrones fenológicos tomando en consideración observaciones de ciclos de foliación, floración y fructificación de especies, utilizando cuatro patrones: *continuo*, en donde se determina la floración con esporádicas y breves interrupciones; *subanual*, con una floración con más de un episodio de floración seguido por un intervalo sin floración (ciclo) anual; *anual*, con únicamente un ciclo por año, y *supraanual*, con un ciclo durante más de un año. Dicha clasificación utiliza la frecuencia, la regularidad y la duración de los eventos. El sistema se puede usar para cualquier fase, en ciclos de vida de plantas en cualquier región del mundo a cualquier nivel de análisis (César, 2002).

Asimismo, se ha registrado que las plantas anuales responden rápidamente a cambios ambientales, en tanto que en plantas perennes generalmente responden a mediano plazo. En las plantas anuales, mientras exista agua disponible, el desarrollo y los estadios fenológicos son continuos a partir de su germinación, de modo que la floración y la fructificación pueden concebirse como el resultado de la madurez de la planta (César, 2002).

Los factores más importantes que actúan sobre la floración son el fotoperiodo, la temperatura y la humedad. La temperatura es el factor principal externo que inicia la floración en las plantas leñosas y en las plantas herbáceas







perennes. Los cambios en la temperatura determinan también el crecimiento y la reproducción de las plantas (Martínez, 1997; César, 2002).

El período de fenología de las especies de áreas tropicales y subtropicales, presentan una dinámica diferente y en cada una ocurren diferentes adaptaciones ambientales. Asimismo, los factores empleados en investigaciones fenológicas muestran que puede haber alguna similitud entre especies de una determinada área, más esto no significa que se comporten de la misma manera al transcurrir el tiempo de vida. Los factores ambientales influenciados por la estacionalidad pueden ser agrupados en cuatro clases, los cuales influyen en la fenología de las plantas, tanto de áreas tropicales como subtropicales, sometidas a diferentes formas de análisis. Estos factores son: la humedad, la disponibilidad de luz, disponibilidad de nutrimentos e interacciones bióticas (Pedroso de Moraes, 2002). Por ejemplo, muchas especies de orquídeas crecen mejor si tienen humedad relativa del 40 al 70 % durante el día (McDonald, 1999).

Los factores bióticos que determinan la época más eficiente para el crecimiento y reproducción de las plantas, incluyen sus adaptaciones morfológicas y fisiológicas, así como el funcionamiento de los polinizadores y la dispersión de semillas (Marques *et al.*, 2004), junto con la predación de herbívoros. En este caso la mayoría de orquídeas, por ejemplo en *Psychilis monensis*, los polinizadores son necesarios para obtener frutos con semillas (Aragón y Ackerman, 2004).

### Estudios en orquídeas

Existen relativamente pocos trabajos sobre fenología de orquídeas silvestres. Rasmussen y Whigham, en 1998, colocaron semillas de *Goodyera pubescens*, *Corallorhiza odontorhiza* y *Liparis lilifolia*, en condiciones *in vitro* sobre un medio enriquecido con sales inorgánicas, sacarosa y extracto de levadura principalmente, y en condiciones *in situ* a una profundidad de 10 y 35 mm del suelo, dentro paquetes. En *G. pubescens* la germinación puede llevarse a cabo independientemente de los nutrimentos externos y posiblemente también de manera asimbiótica en la naturaleza, pero para su desarrollo las plántulas requieren sacarosa, compuestos orgánicos y de un hongo micorrízico para su crecimiento. Durante el crecimiento las plántulas presentaron gran mortandad en campo; *C. odontorhiza* requiere la presencia del hongo para germinar y en condiciones *in vitro* fue muy baja la germinación, las plántulas en este caso tienen mejor oportunidad de desarrollarse que *G. pubescens*. *L. lilifolia* germinó *in vitro* con extracto de levadura por lo que la simbiosis con el hongo incrementa la especificidad en la germinación de la semilla y el inicio del crecimiento. En conclusión, estas especies mostraron una considerable variación en las estrategias de germinación, desarrollo y establecimiento de plántulas, requerimientos de sustratos y el nivel de especificidad del hongo.





Pedroso de Moraes (2002) cultivo *Catasetum fimbriatum* bajo diferentes intensidades luminosas: alta de 1300 a 1900  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , baja de 400 a 650  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$  y natural de 500 a 800  $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$ , y determinó que los ciclos fenológicos tales como: senescencia foliar, brotación, floración y fructificación de esta especie, sometida a estas condiciones climáticas, se inició en distintas épocas del año, resultando una variedad entre los individuos en relación a estos fenómenos e indicando una alta capacidad de la especie en la formación de ecotipos.

En México (Yucatán), se llevó a cabo un estudio acerca de la fenología y selección fenotípica natural en la época de floración de la orquídea tropical *Myrmecophila christinae* (Parra y Vargas, 2004), en donde se reporta que al igual que en otras orquídeas polinizadas con engaño, la selección natural en *M. christinae* favorece la floración temprana o tardía en relación a la época de floración de la población, dependiendo de factores como la densidad de individuos reproductores y la abundancia de los polinizadores, siendo probablemente semejante a las fluctuaciones del régimen selectivo existente en los rangos de distribución de estas especies.

En Japón, Sugiura y colaboradores (2001) realizaron investigaciones fenológicas de la floración, polinización y fructificación, con *Cypripedium macranthos* var. *rebunense*, en donde las variaciones de la longevidad floral se encuentra entre 0 a 18 días, siendo un factor determinando por el viento en el hábitat. La flor fue auto-compatible pero necesitó un polinizador para la producción del fruto. Sin néctar adoptó un sistema de polinización engañoso con abejorros *Bombus pseudo-baicalensis*, preservando de esta manera las interacciones entre la especie y su polinizador.





# OBJETIVOS





## OBJETIVOS

### **General**

Establecer los distintos eventos fenológicos que se presenten en las especies de orquídeas silvestres pertenecientes a la colección viva bajo cultivo en el Invernadero de la FES Zaragoza durante el período estacional primavera-verano (marzo-agosto del 2004).

### **Particulares**

1. Establecer la proporción de formas de vida de las especies de la colección viva de orquídeas.
2. Establecer la secuencia del desarrollo de brotes vegetativos y escapos florales de especies terrestres y epífitas de la colección durante el periodo estacional.
3. Determinar la talla máxima de los brotes vegetativos de las especies terrestres y el número de brotes de las epífitas durante el período estacional primavera-verano.
4. Obtener el registro fenológico de la colección viva de orquídeas en condiciones de invernadero para el periodo estacional primavera-verano.
5. Establecer las condiciones fitosanitarias para el mantenimiento de la colección viva de las especies que se encuentran en el invernadero.





# MATERIALES Y MÉTODOS





## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material Biológico

Se evaluaron 170 ejemplares correspondientes a 41 especies silvestres, distribuidas a su vez en 18 géneros de plantas de la colección viva (Cuadro 7) de orquídeas del Invernadero de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Zaragoza, UNAM (Figura 3 y 4). El 72 % se recolectaron en los estados de México, Morelos y Puebla, durante la realización del proyecto: “*Flora Orquideológica del Parque Nacional Izta-Popo Zoquiapan y Anexas*”, que se inició en el año 2001. El 28% de los ejemplares restantes provienen de otras zonas de estos estados y de donaciones.

Las especies de orquídeas de la colección se establecen naturalmente en diferentes altitudes, con un tipo de vegetación acompañante y época de floración característico, debido a las adaptaciones ecológicas que presenta cada especie en su hábitat (Wiard, 1987; McVaugh, 1989; Halbinger y Soto, 1997; Navarro et al., 2001; Espejo et al., 2002).

**Cuadro 7. Especies que integran la colección de orquídeas del invernadero de las FES Zaragoza.**

ESPECIE	LOCALIZACIÓN		ÉPOCA FLORACIÓN
	ALTITUD (msnm)	TIPO DE VEGETACIÓN	
<i>Arpophyllum spicatum</i>	2000-2500	Encino-pino	noviembre - diciembre
<i>Bletia campanulata</i>	1500-2000	Pastizales y bosque	julio-septiembre
<i>B. gracilis</i>	1200-2200	Encino y encino-pino	julio-noviembre
<i>B. lilacina</i>	2300	Pino y de encino	enero-febrero
<i>B. macristhmochila</i>	1750-2200	Encino y encino-táscate	mayo-julio
<i>B. neglecta</i>	1750-2740	Encino-pino, abeto y matorral xerófilo	octubre-enero
<i>B. punctata</i>	1700-2200	Pino-encino	julio-septiembre
<i>B. purpurata</i>	1900-2200	Pino, encino, pino-encino, mesófilo y matorral xerófilo	julio-octubre
<i>Corallorhiza bulbosa</i>	2400-2800	Abies y mesófilos	julio-septiembre
<i>C. maculata</i>	2400-2600	Pino-encino y encino	julio-septiembre
<i>C. wisteriana</i>	2600	Pino-encino	febrero- marzo
<i>Deiregyne pyramidalis</i>	1600-2450	Encino y pino, mesófilos, matorrales, y bosques tropicales caducifolios	marzo-mayo

Continúa...





ESPECIE	ALTITUD (msnm)	TIPO DE VEGETACIÓN	ÉPOCA FLORACIÓN
<i>Epidendrum anisatum</i>	1800-2400	Encino, encino-pino y mesófilos	febrero-mayo
<i>Dichromanthus aurantiacus</i>	1000-2000	Tropicales caducifolios, pastizales, matorrales, abetos, bosques de encino, encino-pino, pino y abies.	junio-agosto
<i>Erycina hyalinobulbon</i>	1500-2300	Encino, encino-pino y mesófilos	enero-marzo
<i>Govenia capitata</i>	2200-3000	Pino-encino	junio-agosto
<i>G. superba</i>	1600-2300	Encino, pino-encino	junio-agosto
<i>Habenaria jaliscana</i>	2200	Pino-encino	septiembre
<i>H. rzedowskiana</i>	2200	Pino-encino	Agosto
<i>Laelia albida</i>	1400-2300	Pino, juníperos	septiembre-diciembre
<i>L. anceps</i>	900-1500	Encino, en plantaciones de café	octubre-diciembre
<i>L. autumnalis</i>	1800-2500	Encino y encino-pino	septiembre-noviembre
<i>L. speciosa</i>	1450-2400	Pino-encino, de encino	junio-septiembre
<i>Malaxis brachyrhynchos</i>	1650-2950	Pino, encino, pino-encino, mesófilos y matorral xerófilo	junio-agosto
<i>M. ehrenbergii</i>	2750	Pino húmedo y abetos	junio-julio
<i>M. myurus</i>	2200-3000	Pino, encino, pino-encino y abetos	julio-agosto
<i>M. salazarii</i>	2000-3000	Pino y pino-encino	julio-septiembre
<i>Microthelys nutantiflora</i>	2500	Encino, pino, encino-pino	septiembre-noviembre
<i>Oncidium graminifolium</i>	1700-2000	Mesófilos	abril-junio
<i>Pleurothallis hirsuta</i>	1800-2600	Encino, pino-encino	Junio-septiembre
<i>P. retusa</i>	1700-2400	Sobre <i>Quercus clethra</i>	Todo el año
<i>P. scariosa</i>	2200	Encino, encino-pino	junio-julio
<i>Prescottia tubulosa</i>	2550-3000	Encino y pino-encino	febrero-marzo
<i>Prosthechea cochleata</i>	1000-2000	Pino-encino	Todo el año
<i>P. linkiana</i>	1700-2200	Pino, encino, pino-encino, mesófilo y tropicales caducifolios	marzo-junio
<i>P. michuacana</i>	1600-2000	Pino-encino	agosto-junio
<i>P. varicosa</i>	2100-2800	Encino húmedos y mesófilos	febrero-abril
<i>Schiedeella fauci-sanguinea</i>	2600	Pino y pino-encino	marzo
<i>S. garayana</i>	2300	Coníferas	febrero-marzo
<i>S. llaveana</i>	1650-2730	Diversos tipos de vegetación (expuestos y asoleados)	febrero-abril
<i>Stenorrhynchos michuacanus</i>	1500-2500	Pino, pino-encino, lomas y taludes expuestos con pastizales	agosto-febrero



## **Características del Invernadero de la FES Zaragoza**

El Invernadero de la Facultad de Estudios Superiores (FES) Zaragoza Campo II, es el espacio físico donde se ubicaron los ejemplares de la colección de orquídeas durante el periodo del presente estudio. Consta de una estructura metálica de acero inoxidable, con una longitud de 34.20 m de largo por 8.20 m de ancho, orientado de Norte a Sur; con techo de dos aguas, cubierto por vidrio transparente; con muros de tabique de 1.15 m de altura, alrededor de todo el invernadero y el piso es de concreto.

Posee tres salas, cada una con una longitud de 11.40 m. La sala 1 y la sala 3 tienen ocho ventilas de 0.50 por 0.30 m, con rejilla metálica, en la parte inferior (centradas) del muro de tabique, cuatro en cada lado de la zona Este y Oeste y seis ventanas en esta misma zona (Figura 5 y Diagrama 1). La sala 1 tiene: un termohigrómetro (marca "Extech Instruments") con error  $+0.016$  grados, que registra la temperatura y la humedad relativa colocado en la zona Sur; 24 ventilas superiores de vidrio en la pared del Este y Oeste (12 en cada lado) cada una mide 0.75 por 0.90 m; dos extractores a los extremos en la zona Este con capacidad de 1,725 rpm (revoluciones por minuto) y un volumen de  $13,800 \text{ m}^3/\text{h}$ , los cuales estuvieron inactivos durante el periodo de estudio (Figura 6).

La sala 2 son laboratorios de investigación y oficinas.



**Figura 3. Colección de orquídeas epífitas.**



**Figura 4. Colección de orquídeas terrestres**





Figura 5. Invernadero de la FES Zaragoza.

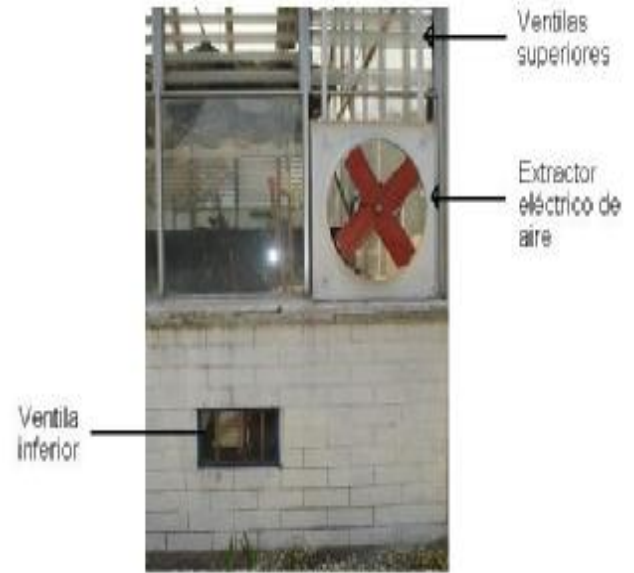


Figura 6. Extractor de aire y ventilas del invernadero de la FES Zaragoza.

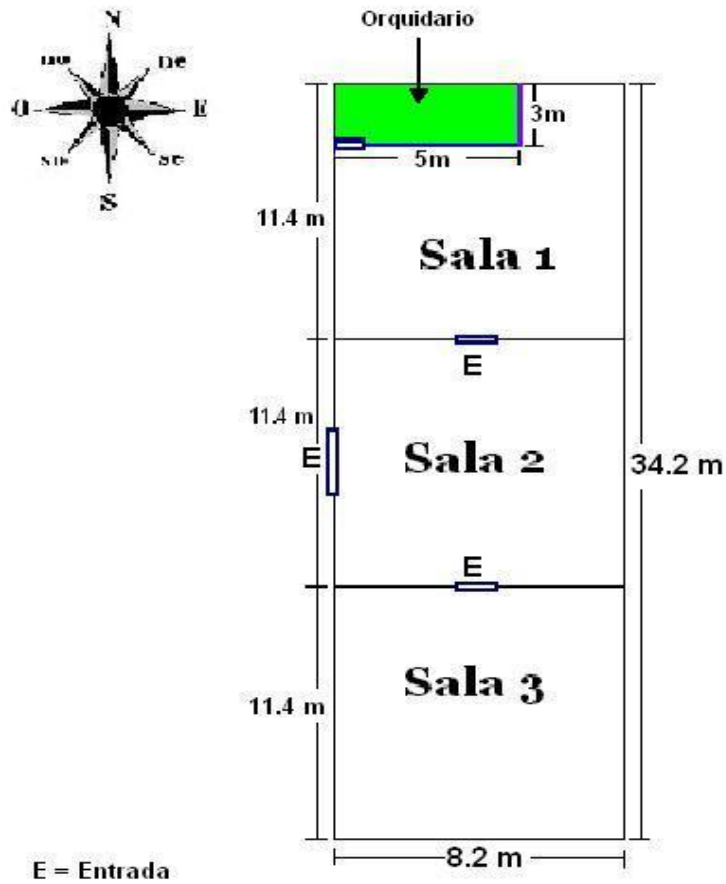


Diagrama 1. Plano del invernadero de la FES Zaragoza.





### Ubicación de la colección de orquídeas en el invernadero

Las orquídeas están ubicadas en la zona Noroeste del invernadero (Diagrama 1) de la sala 1, en un área superficial de 15 m<sup>2</sup> (5 m de largo por 3 m de ancho), en esa área están ubicados en forma de “U”, zona Norte, Este y Sur, tres bancales metálicos (Diagrama 2) de 2.70 m de largo por 1.60 m de alto, con casetas de madera (Diagrama 3); estas casetas en el bancal 2 (B2) y el bancal 3 (B3) (Diagrama 2) están cubiertas por malla del 50% de transmisión de luz y el bancal 1 (B1) está cubierto con plástico de color verde especial para invernaderos.

A cada uno de los bancales se les asignaron dos niveles, un nivel inferior ó línea de base (Diagrama 3) cuya superficie es de malla metálica rígida sobre la cual se colocaron las orquídeas terrestres en macetas de plástico (Cuadro 8), con sustratos de suelo procedentes de campo y el nivel superior ó segunda línea (Diagrama 3), también con superficie de malla metálica cubierta por unicel y paño para retener humedad.

En el nivel superior de los bancales B1 y B3 se mantienen plántulas para su aclimatización en condiciones de invernadero, pertenecientes a otros proyectos. En el B2, se colocaron las orquídeas epífitas en macetas de plástico (Cuadro 8) con sustrato de corteza de pino, tezontle y musgo esfagno, o bien sobre ramas de encino.

Un tercer nivel ó tercera línea se asignó en la zona Oeste del área de la colección de orquídeas (Diagrama 2), en donde se colocaron orquídeas epífitas (Cuadro 9) en macetas, troncos de encino y maquique (fibra de helecho arborescente), colgadas en una rejilla metálica fija a la ventana (Figura 3).

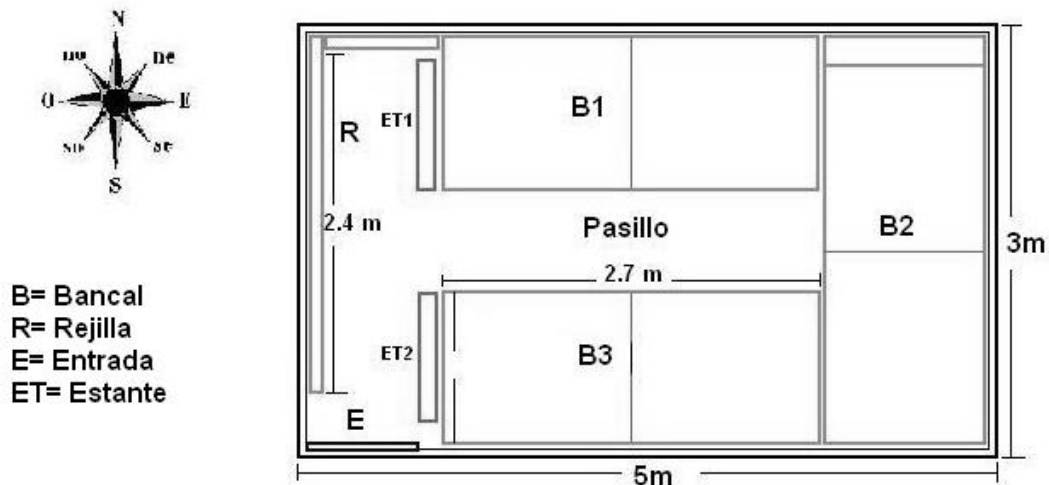


Diagrama 2. Área en donde está ubicada la colección de orquídeas.



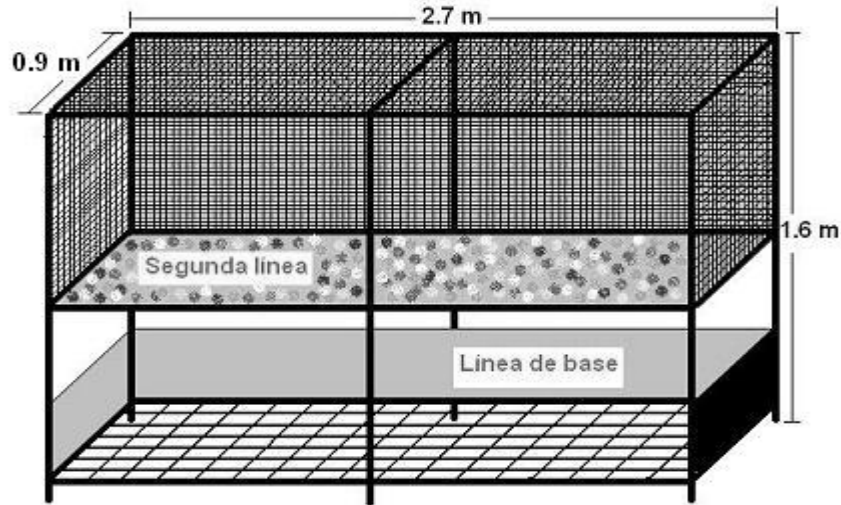


Diagrama 3. Diseño del bancal con dos niveles.

Cuadro 8. Orquídeas terrestres ubicadas sobre la línea de base de los bancales B1, B2 y B3 en el invernadero

ESPECIES		
<i>Bletia campanulata</i>	<i>C. wisteriana</i>	<i>M. myurus</i>
<i>B. gracilis</i>	<i>Deiregyne pyramidalis</i>	<i>M. salazarii</i>
<i>B. lilacina</i>	<i>Dichromanthus aurantiacus</i>	<i>Microthelys nutantiflora</i>
<i>B. macrithmochila</i>	<i>Govenia capitata</i>	<i>Prescottia tubulosa</i>
<i>B. neglecta</i>	<i>G. superba</i>	<i>Schiedeella fauci-</i>
<i>B. punctata</i>	<i>Habenaria jaliscana</i>	<i>sanguinea</i>
<i>B. purpurata</i>	<i>H. rzedowskiana</i>	<i>S. garayana</i>
<i>Corallorhiza bulbosa</i>	<i>Malaxis brachyrrhynchos</i>	<i>S. llaveana</i>
<i>C. maculata</i>	<i>M. ehrenbergii</i>	<i>Stenorrhynchos</i>
		<i>michuacanus</i>

Cuadro 9. Orquídeas epífitas ubicadas sobre la segunda línea del bancal B2 y la tercera línea en la rejilla metálica en el invernadero.

ESPECIES		
<i>Arpophyllum spicatum</i>	<i>L. autumnalis</i>	<i>P. scariosa</i>
<i>Epidendrum anisatum</i>	<i>L. speciosa</i>	<i>Prosthechea cochleata</i>
<i>Erycina hyalinobulbon</i>	<i>Oncidium graminifolium</i>	<i>P. linkiana</i>
<i>Laelia albida</i>	<i>Pleurothallis hirsuta</i>	<i>P. michuacana</i>
<i>L. anceps</i>	<i>P. retusa</i>	<i>P. varicosa</i>



El área donde se ubica la colección de orquídeas esta sombreada por una malla color negro de polietileno del 50% de transmisión de luz ubicada entre el techo de vidrio y los bancales, para evitar que la luz solar llegue directamente.

### **Formas de vida**

Para establecer la proporción de las formas de vida del total de las especies de la colección se consideró el número de especies terrestres, epífitos y saprófitos existente.

### **Fenología**

El estudio fenológico consistió en registrar una vez por semana los distintos estados de desarrollo yemas vegetativas y reproductivas de los ejemplares de orquídeas en el invernadero (Cuadro 10), durante la época de crecimiento (primavera-verano) por un período de 180 días.

#### *Desarrollo de los brotes vegetativos y escapos florales*

En cada uno de los ejemplares se observaron y contabilizaron el número de brotes vegetativos y escapos florales. En las orquídeas epífitas se examinó en la parte basal, lateral o apical de la planta (pseudobulbo) para identificar a los brotes vegetativos elípticos aplanados, y en las terrestres se revisó la superficie del sustrato para identificar los brotes vegetativos de forma alargado u ovoide. En el caso de los escapos florales se inspeccionó en la parte apical, basal y lateral de las plantas o en la superficie de la maceta.

**Cuadro 10. Ficha de registro de los eventos fenológicos.**

Especie:	Clave:												
	Fecha												
Edo. vegetativo													
Yema vegetativa													
Escapo floral													
No. botones florales													
No. flores													
Frutos													
Plaga/enfermedad													
Tratamiento													
Observaciones													





### *Talla máxima de brotes vegetativos de orquídeas terrestres*

Se evaluó la longitud de los brotes vegetativos de cada una de las especies terrestres, se midió al inicio de la emergencia, considerando desde la superficie del sustrato de la maceta hasta la parte apical de la hoja de mayor longitud.

### *Registro Fenológico*

El registro fenológico se llevó a cabo mediante la observación y registro de la emergencia de brotes vegetativos y florales, el inicio de la floración y fructificación, así como la medición de la talla máxima de los brotes y escapos florales de las orquídeas terrestres.

## **Mantenimiento de la colección**

### *Fertilización y Riego*

Las plantas terrestres, en estado vegetativo, se fertilizaron con osmocote 14-14-14 (N-P-K) de una cucharadita (5 gr. aproximadamente) en cada maceta, con liberación de 6 meses, para producir un rápido y vigoroso crecimiento; para las epífitas montadas en ramas de encino y pino o maquique, se les aplicó por aspersión en toda la planta Folifértil (fertilizante foliar), en concentraciones 18-18-18 (N-P-K), para estimular la floración y promover el desarrollo de raíces y, además, reforzar la resistencia a las enfermedades.

Las plantas se regaron de una a tres veces por semana con agua corriente por aspersión, dependiendo de la época estacional y del tipo de sustrato, y en primavera se sumergieron (durante 15 minutos aproximadamente) en agua las macetas para obtener una humedad abundante y uniforme del sustrato.

### *Control de plagas y enfermedades*

Una vez por semana se llevó a cabo un control fitosanitario de las orquídeas, para prevenir o eliminar la presencia de plagas; cuando éstas fueron observadas, las plantas se cepillaron utilizando alcohol en gel sobre las partes afectadas. En los casos en que no se pudo controlar manualmente la plaga de cochinilla algodonosa, ácaros e insectos de escama, se aplicó insecticida comercial (Ortho Plant Care) formulado con piretroides por aspersión sobre la superficie del follaje.





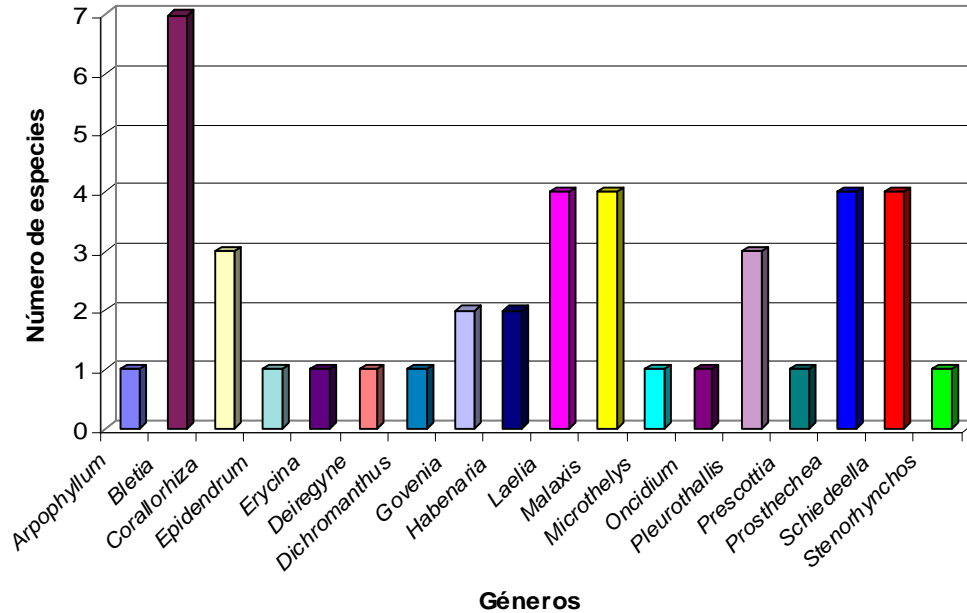
# RESULTADOS





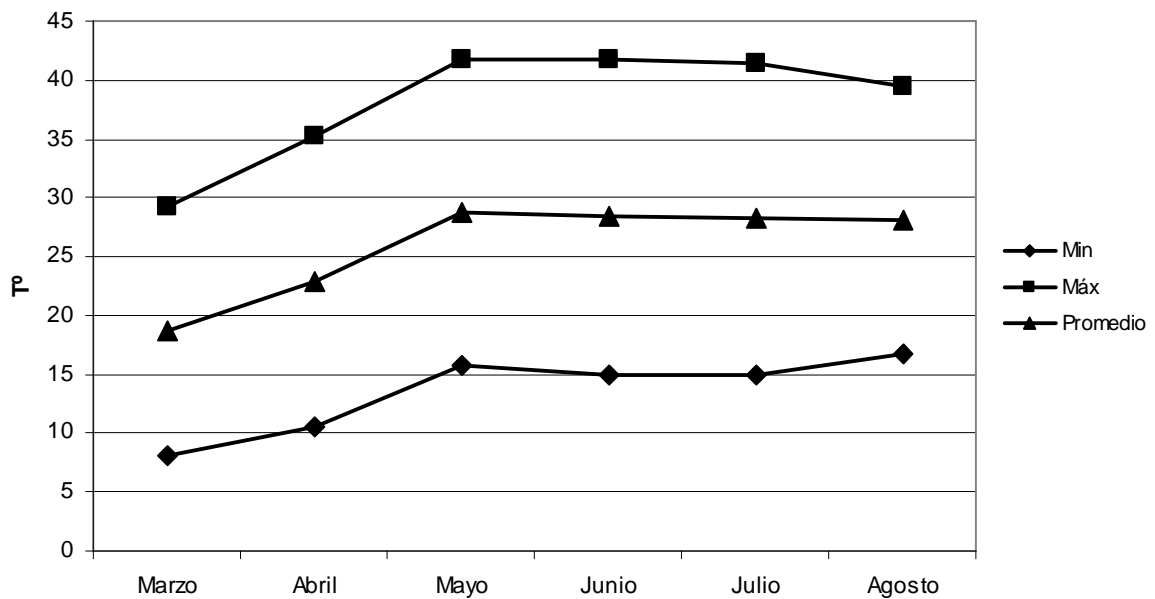
## RESULTADOS

### Colección de Orquídeas



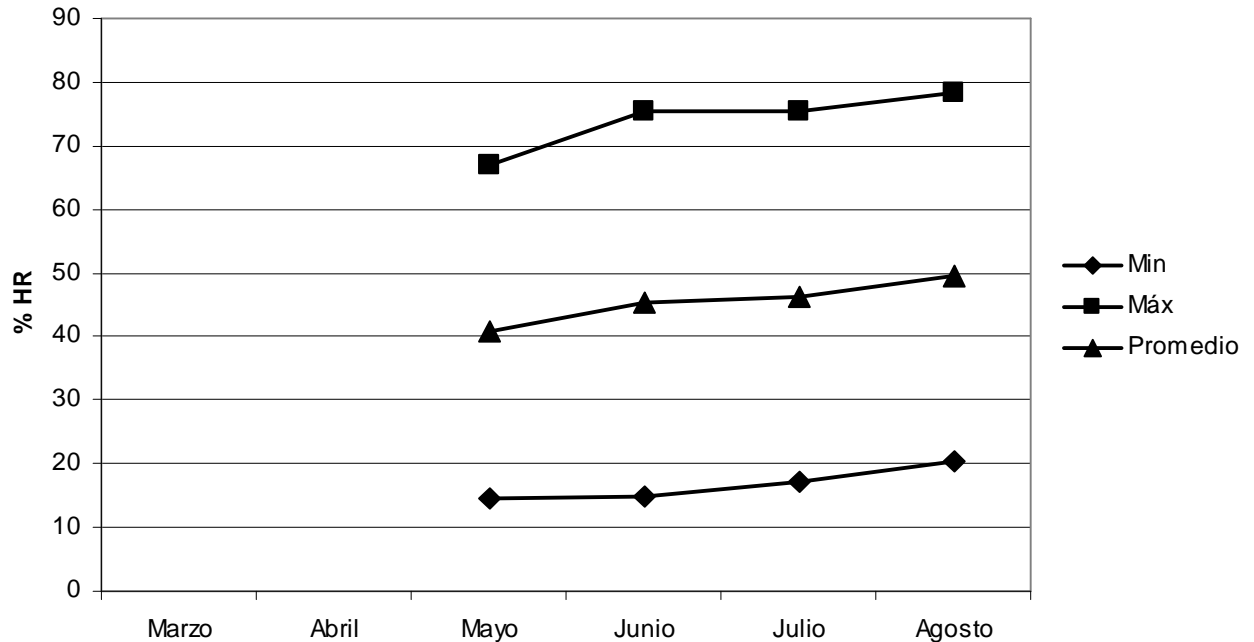
Gráfica 1. Colección de orquídeas en el invernadero de la FES Zaragoza.

### Condiciones Ambientales en el Invernadero de la FES Zaragoza



Gráfica 2. Temperaturas registradas en el invernadero durante el periodo estacional primavera-verano del 2004.





Gráfica 3. Registro de la humedad relativa en el invernadero durante el periodo estacional primavera-verano del 2004.

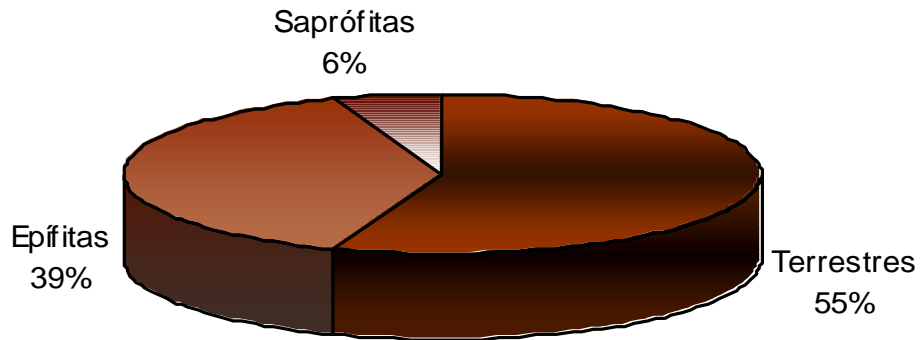
### Formas de vida de la colección de orquídeas

Cuadro 11. Formas de vida de las especies de la colección de orquídeas del invernadero.

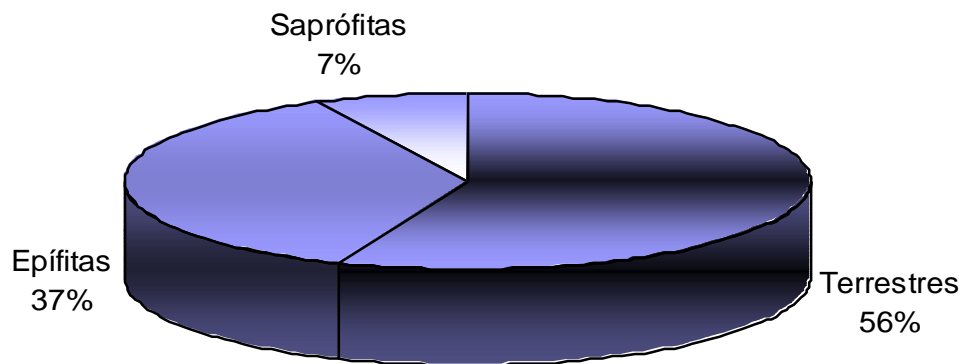
TERRESTRES	EPÍFITAS	SAPRÓFITAS
<i>Bletia campanulata</i>	<i>Arpophyllum spicatum</i>	<i>Corallorhiza bulbosa</i>
<i>B. gracilis</i>	<i>Epidendrum anisatum</i>	<i>C. maculata</i>
<i>B. lilacina</i>	<i>Erycina hyalinobulbon</i>	<i>C. wisteriana</i>
<i>B. macrithmochila</i>	<i>Laelia albida</i>	
<i>B. neglecta</i>	<i>L. anceps</i>	
<i>B. punctata</i>	<i>L. autumnalis</i>	
<i>B. purpurata</i>	<i>L. speciosa</i>	
<i>Deiregyne pyramidalis</i>	<i>Oncidium graminifolium</i>	
<i>Dichromanthus aurantiacus</i>	<i>Pleurothallis hirsuta</i>	
<i>Govenia capitata</i>	<i>P. retusa</i>	
<i>G. superba</i>	<i>P. scariosa</i>	
<i>Habenaria jaliscana</i>	<i>Prosthechea cochleata</i>	
<i>H. rzedowskiana</i>	<i>P. linkiana</i>	
<i>Malaxis brachyrrhynchos</i>	<i>P. michuacana</i>	
<i>M. ehrenbergii</i>	<i>P. varicosa</i>	
<i>M. myurus</i>		
<i>M. salazarii</i>		
<i>Microthelys nutantiflora</i>		
<i>Prescottia tubulosa</i>		
<i>Schiedeella fauci-sanguinea</i>		
<i>S. garayana</i>		
<i>S. llaveana</i>		
<i>Stenorrhynchos michuacanus</i>		





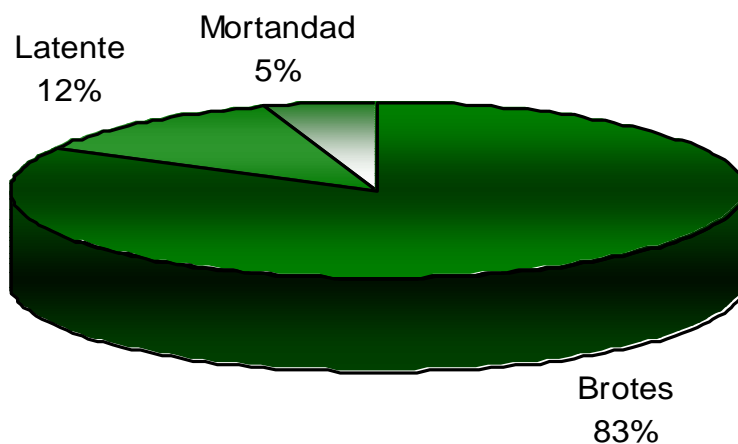


Gráfica 4. Formas de vida de las especies agrupadas en géneros de la colección de orquídeas.



Gráfica 5. Formas de vida de las especies de la colección de orquídeas.

### Fenología de la colección de orquídeas



Gráfica 6. Estado de las especies de la colección de orquídeas del invernadero.



## Orquídeas Terrestres

### Desarrollo de brotes vegetativos y escapos florales.

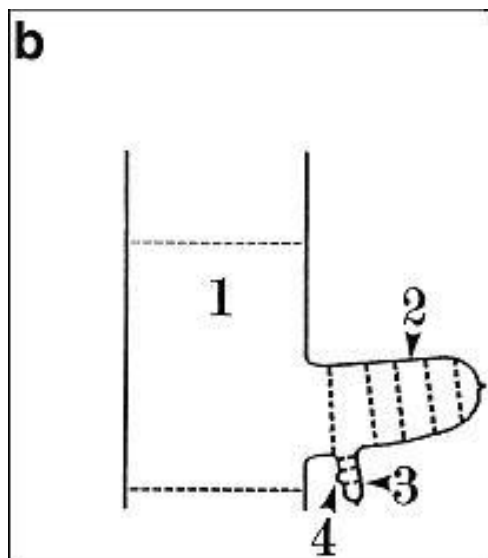
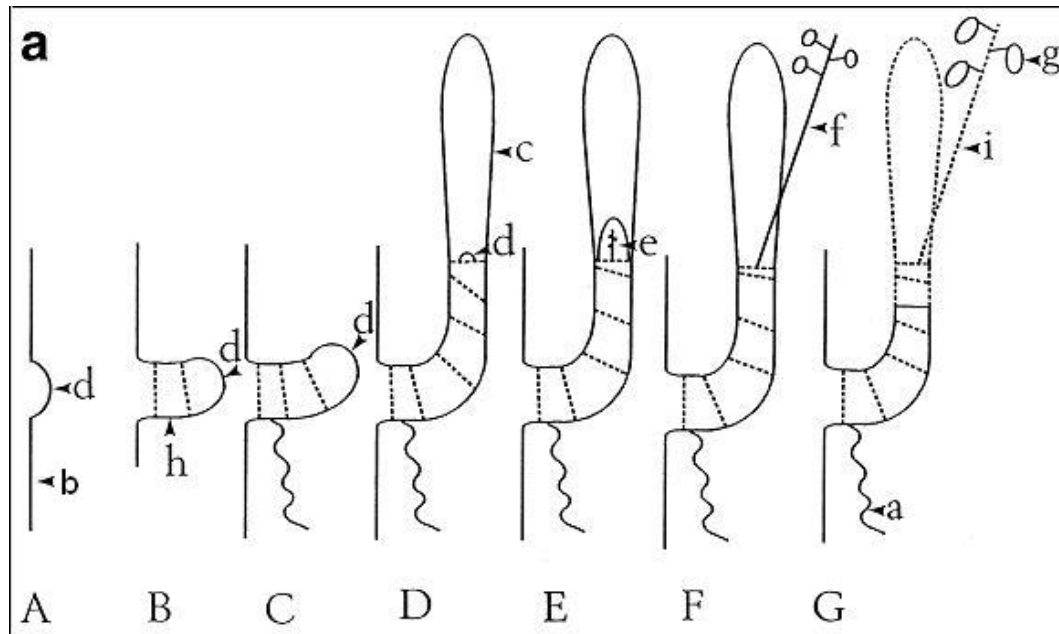


Figura 7. (a) Fenología periódica y (b) la ramificación de brotes laterales en algunas orquídeas terrestres. (a) A, ápice del nuevo brote anual surgiendo en la zona axial de la hoja; B, comienzo (principio) del rizoma o crecimiento del tuberoide; C, comienzo del crecimiento de la raíz; D, crecimiento del brote vegetativo por arriba de la superficie del suelo; E, formación de la inflorescencia al lado del brote; F, comienzo del periodo de floración; G, maduración del fruto y muertes de los brotes vegetativos que emergieron. (b) 1, renuevo principal; 2, renuevo secundario; 3, renuevo terciario; 4, renuevo cuaternario en el ápice. a, raíz; b, renuevo maduro; c, hoja; d, renuevo en el ápice; e, inflorescencia al lado del brote; f, inflorescencia por arriba de la superficie del suelo; g, fruto; h, rizoma; i, parte muerta del brote.



## Brotación vegetativa.-

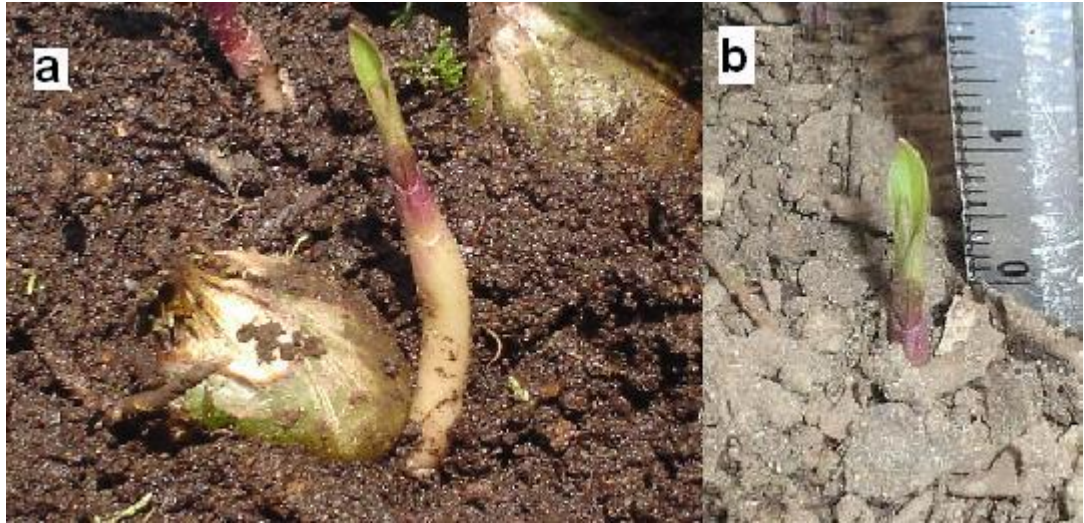
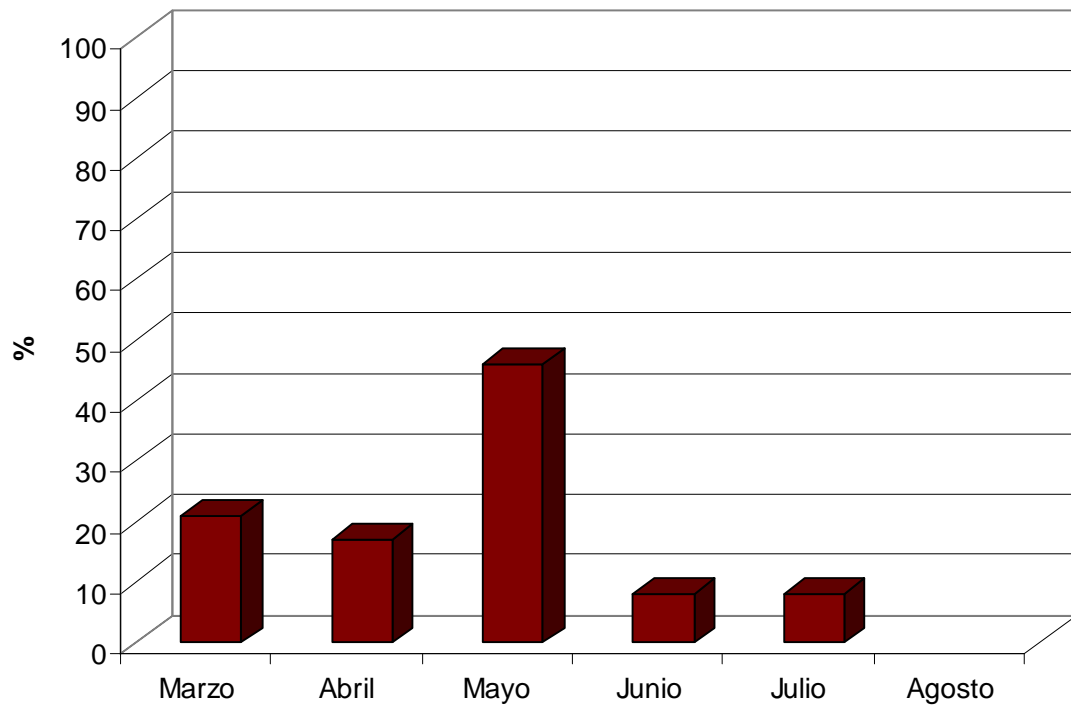


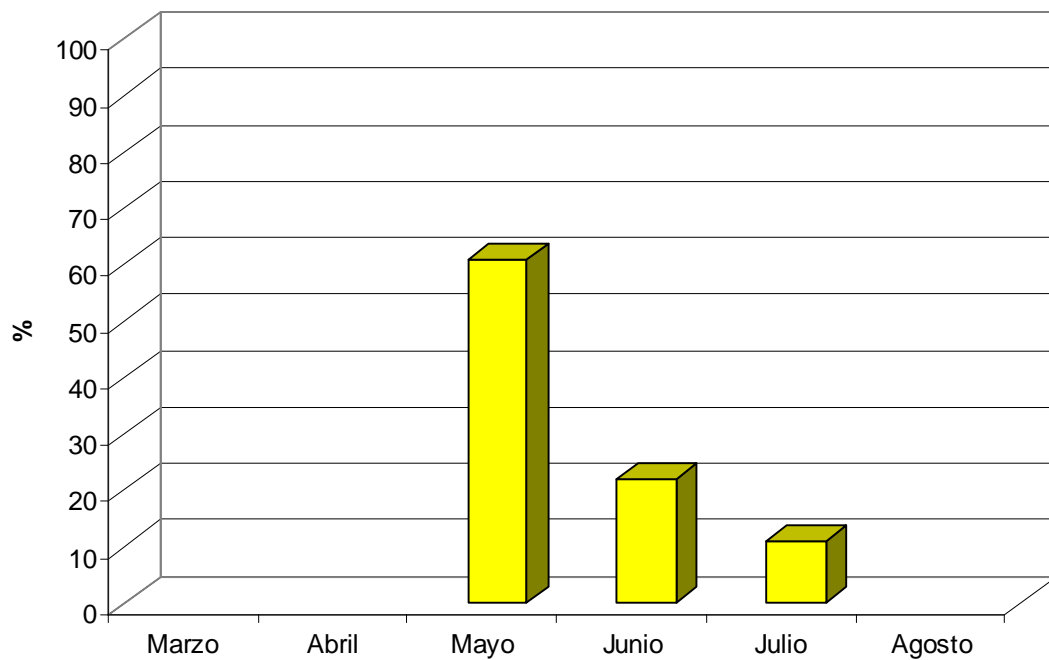
Figura 8. Brotes vegetativos de *Bletia* spp (a) Brote a partir de un pseudobulbo subterráneo, (b) Emergencia del mismo brote sobre la superficie del sustrato.



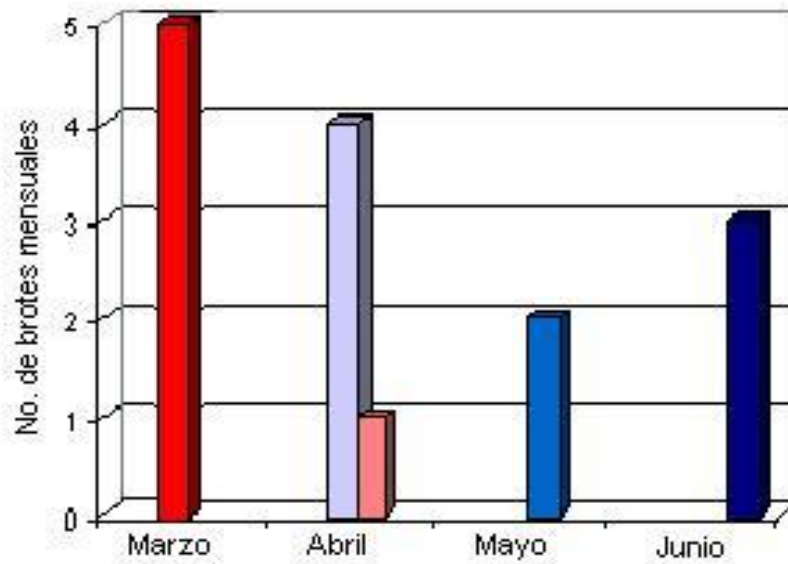
Gráfica 7. Fenología de la brotación vegetativa de las especies del género *Bletia*.



Figura 9. Brotes vegetativos de *Malaxis* spp (a) Brote a partir de pseudobulbo subterráneo y (b) Emergencia del brote a la superficie del sustrato.

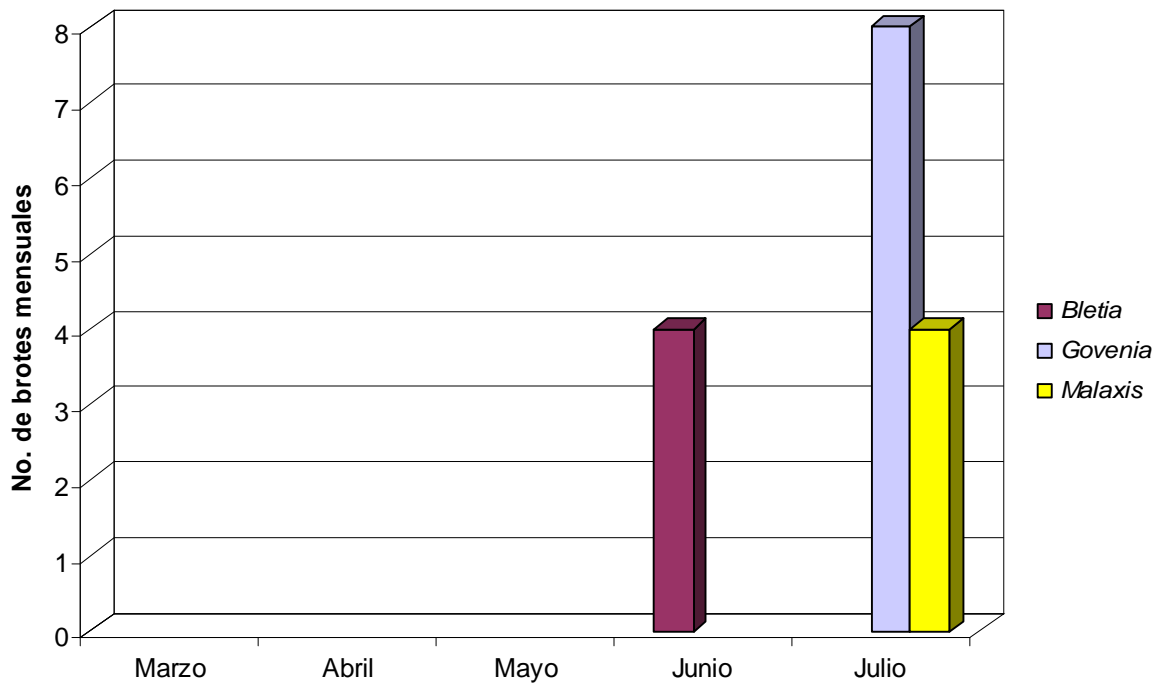


Gráfica 8. Fenología de la brotación vegetativa de las especies del género *Malaxis*.



Gráfica 9. Brotación vegetativa de ■ *Schiedeella*, ■ *Govenia*, ■ *Deiregyne*, ■ *Dichromanthus* y ■ *Habenaria*.

Brotación de escapos florales de géneros terrestres.-



Gráfica 10. Presencia de escapos florales en géneros terrestres.



Figura 10. *Bletia gracilis*.



Figura 11. *Govenia superba*.

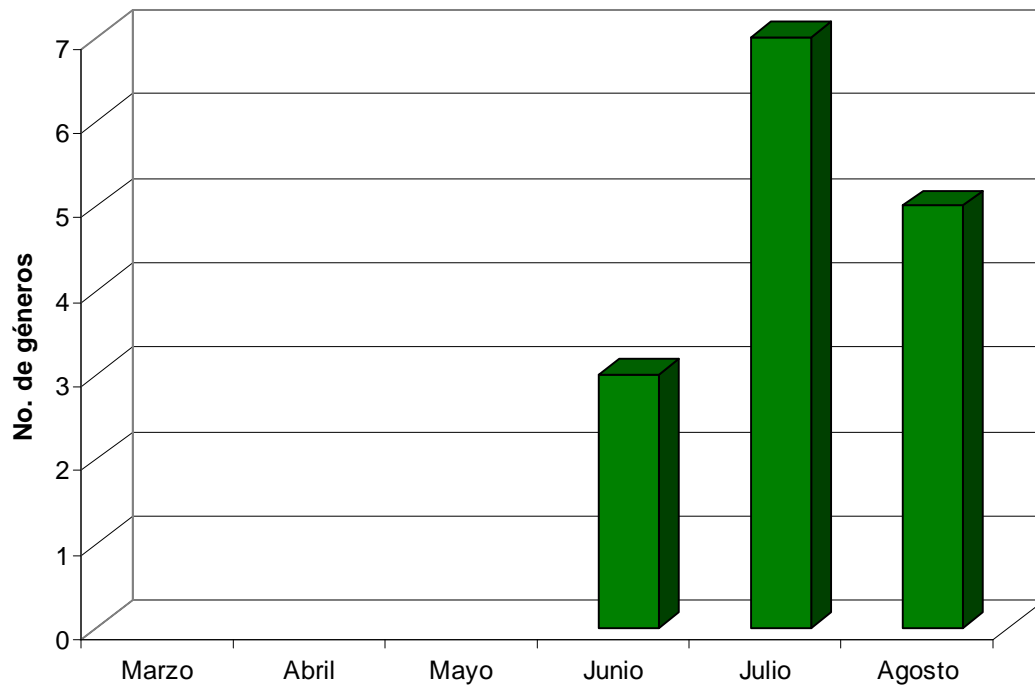


Figura 12. *Malaxis brachyrrhynchos*.



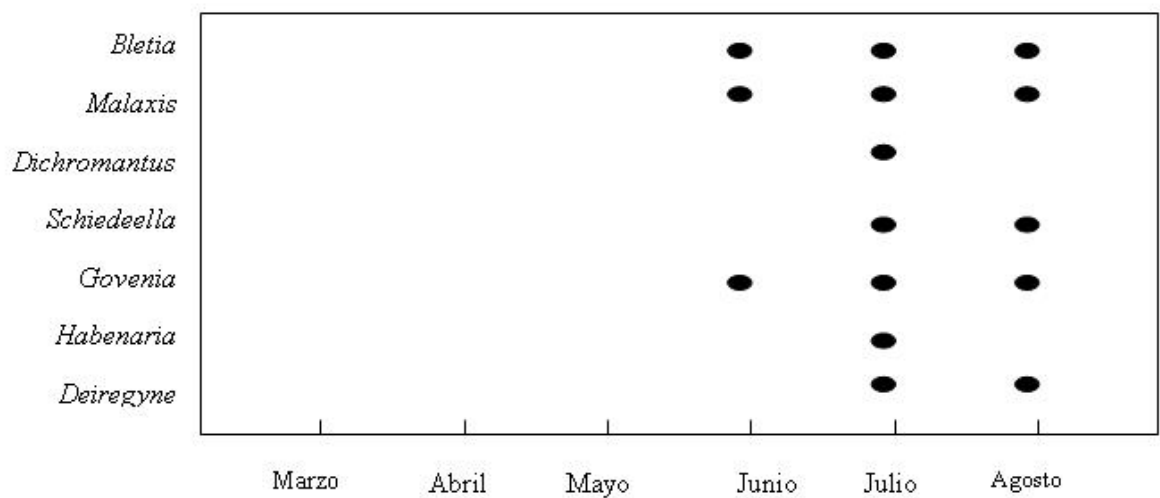


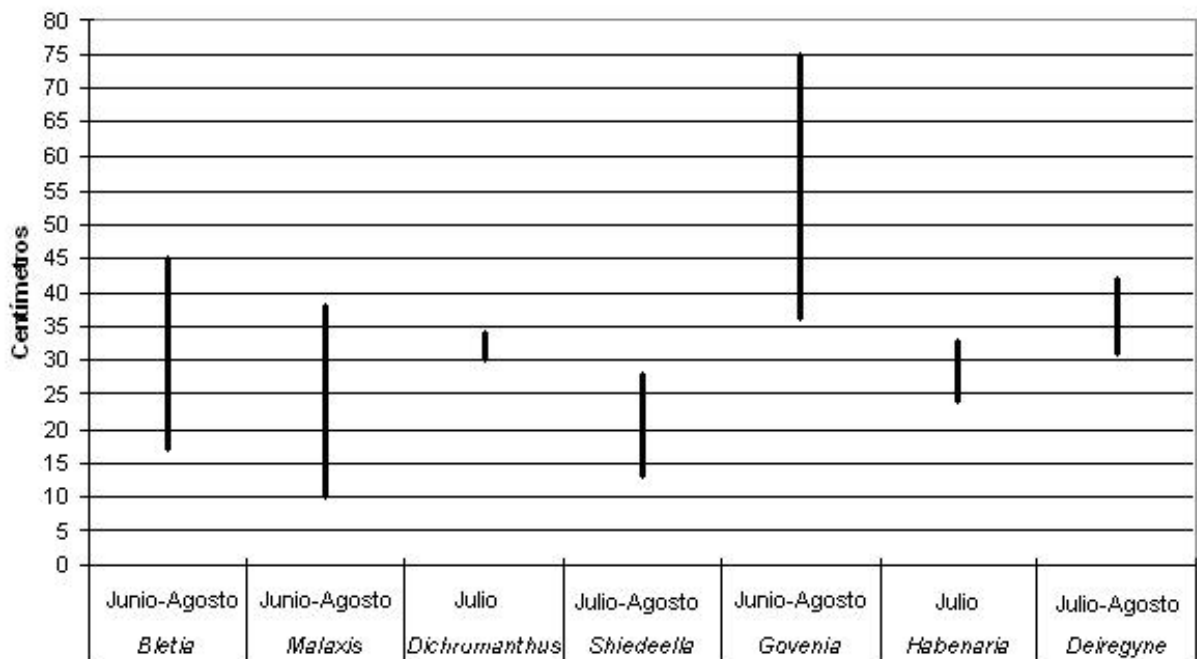
### Talla máxima de los brotes vegetativos de orquídeas terrestres



Gráfica 11. Época en que los brotes vegetativos de las orquídeas terrestres de la colección alcanzan la talla máxima.

Cuadro 12. Época en que los brotes vegetativos de las orquídeas terrestres alcanzan la talla máxima por género.





Gráfica 12. Talla mensual de los brotes vegetativos por género.

### Orquídeas epífitas

#### Desarrollo de brotes vegetativos y escapos florales

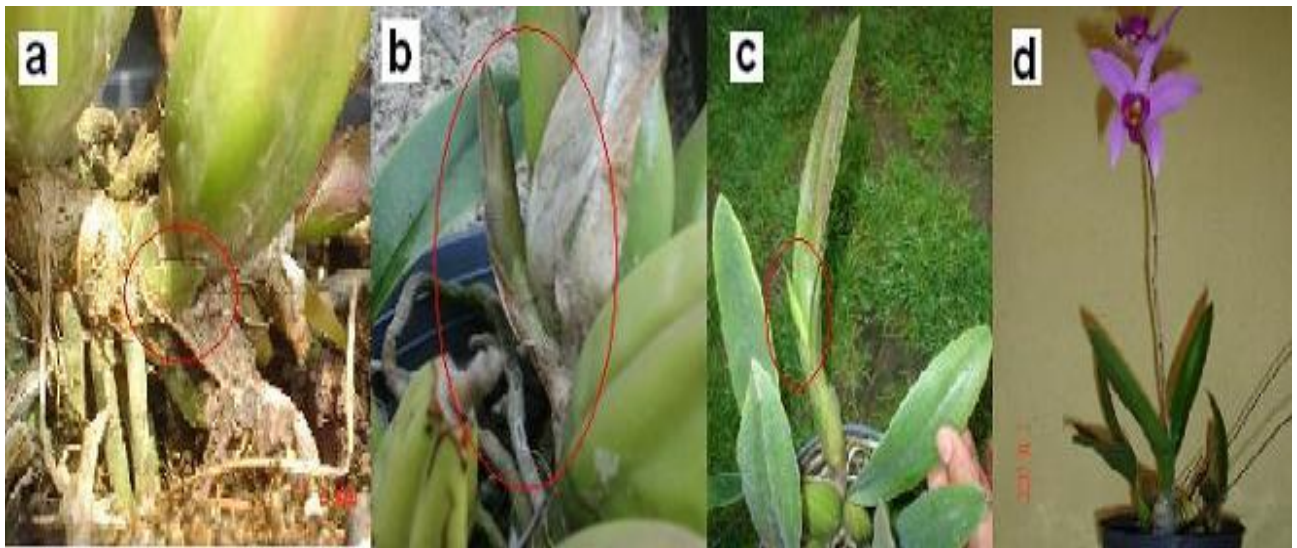
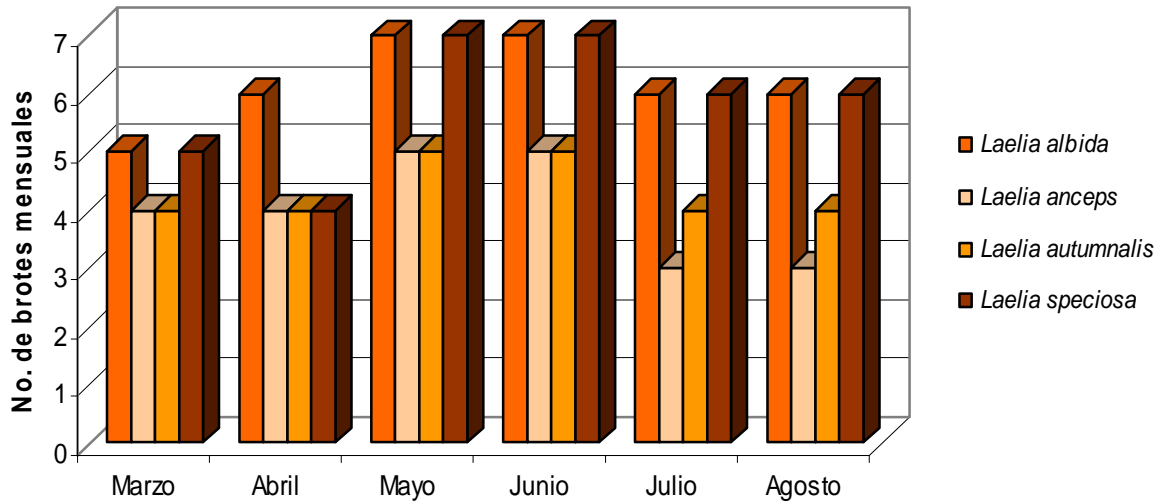


Figura 13. Fenología de la especie epífita *Laelia anceps*. (a) Brote vegetativo en estado latente, (b) Desarrollo del brote, (c) Brote con la emergencia de un escapo floral y (d) Brote maduro y floración.

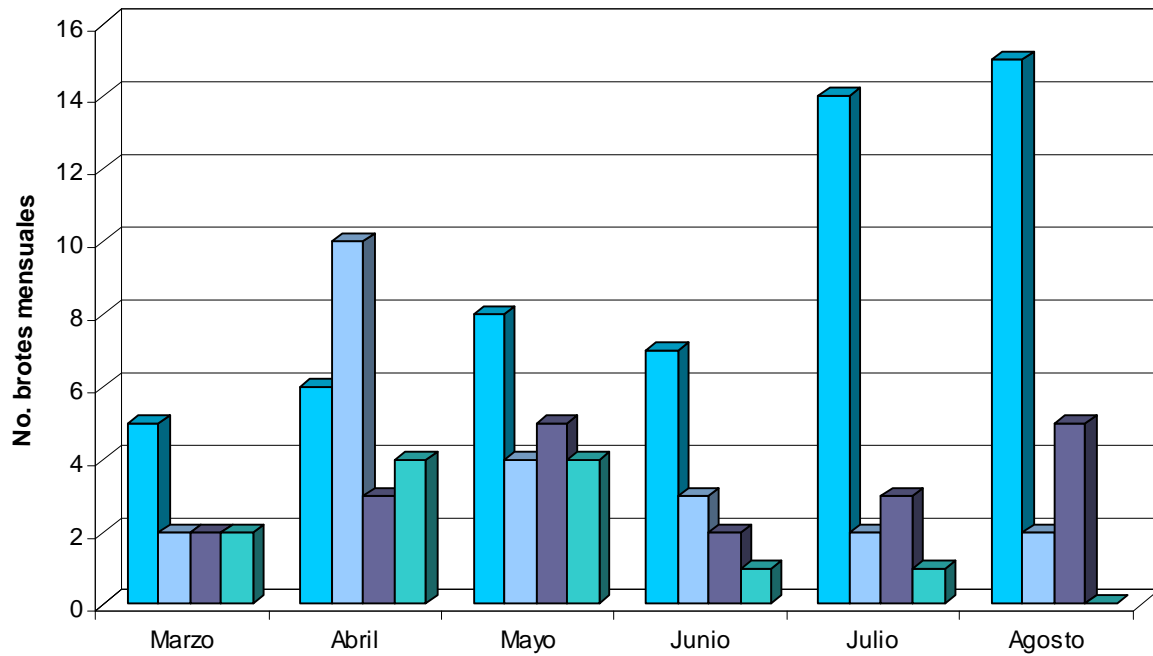




## Brotación vegetativa.-

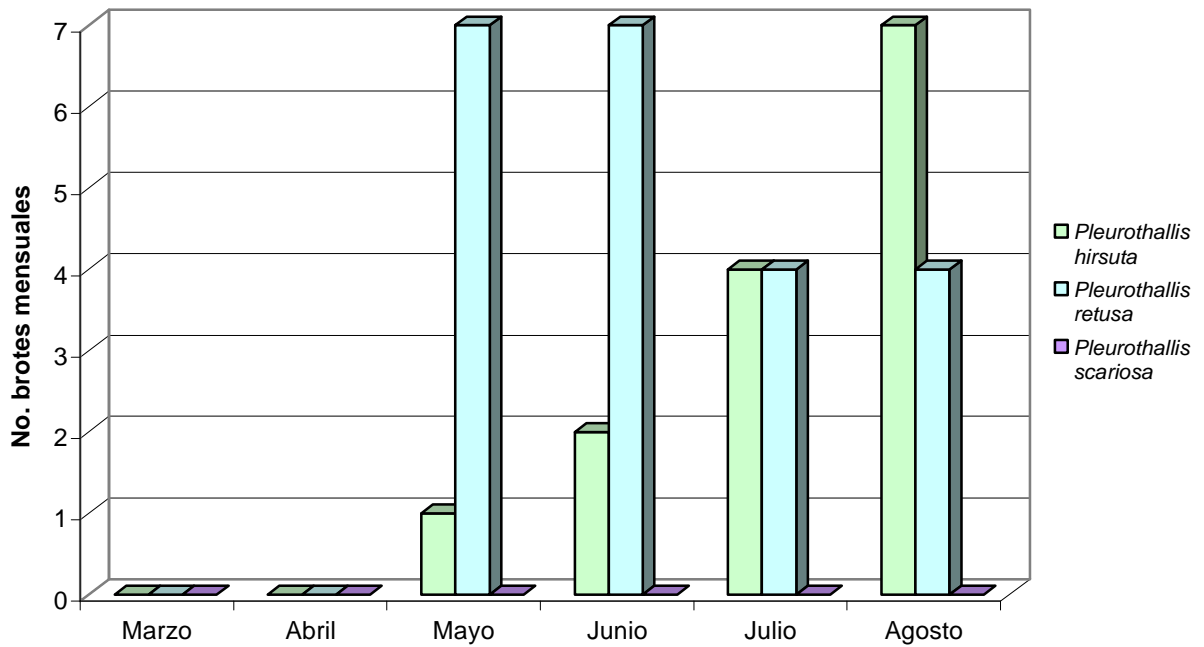


Gráfica 13. Brotes vegetativos de cuatro especies del género *Laelia* de la colección en invernadero.

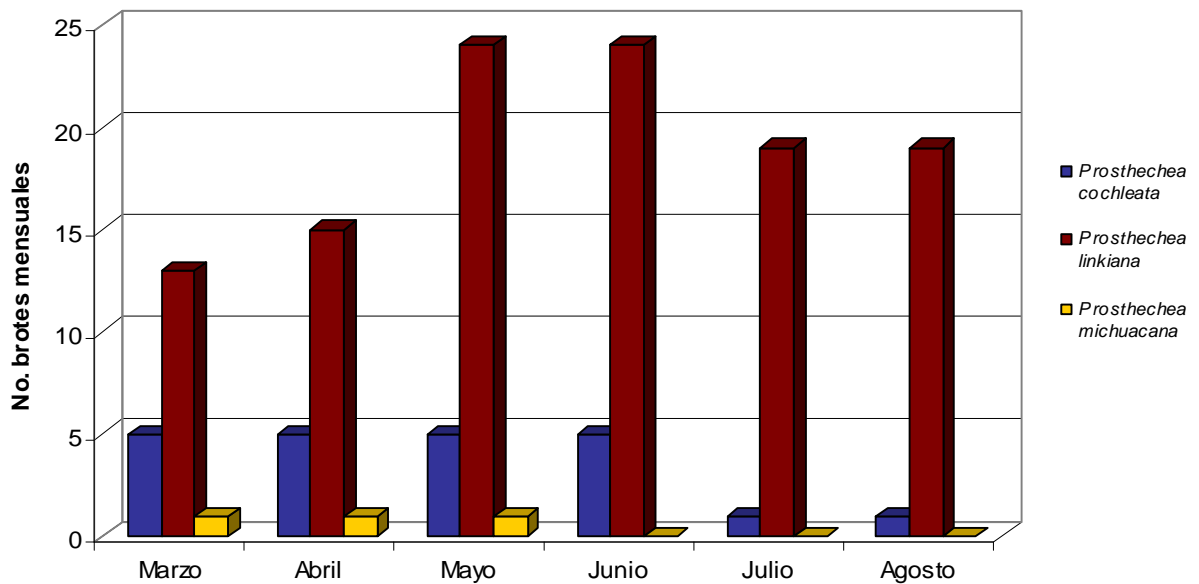


Gráfica 14. Brotes vegetativos de las especies *Arpophyllum spicatum*, *Epidendrum anisatum*, *Erycina hyalinobulbon* y *Oncidium graminifolium*.





Gráfica 15. Brotes vegetativos de las especies del género *Pleurothallis* de la colección en el invernadero.



Gráfica 16. Brotes vegetativos de las especies del género *Prosthechea* de la colección en el invernadero.





# DISCUSIÓN





## DISCUSIÓN

### ***Colección de Orquídeas***

La colección de orquídeas del invernadero cuenta con 170 ejemplares pertenecientes a 41 especies distribuidas en 18 géneros identificados (Figura 3 y 4). En la gráfica 1 se muestra como están agrupados.

El mayor número de especies de la colección pertenecen principalmente a los géneros *Bletia* con 7, seguido por *Malaxis*, *Schiedeella*, *Laelia* y *Prosthechea* con 4 especies cada uno. Los dos primeros géneros, *Bletia* y *Malaxis* se encuentran con una gran diversidad de especies en el centro del país en los bosques templados (pinas húmedos), de donde han sido colectadas. Las especies del género *Schiedeella* se encuentran en bosques templados: pinas y encinares, en matorral xerófilo y pastizales (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005).

Del total de los ejemplares de la colección, durante el presente trabajo, murieron el 5% de las especies (Gráfica 6), las cuales correspondieron a plantas epífitas pertenecientes a *Laelia autumnalis*, *L. speciosa*, *Epidendrum anisatum*, *Prosthechea varicosa* y a saprófitas como *Corallorhiza* spp.; una causa probable de la muerte de los ejemplares de las especies de laelias fue que tenían menos de tres pseudobulbos vivos, totalmente deshidratados con pocas raíces y los brotes vegetativos (uno a dos) no lograron desarrollarse; de acuerdo a estas condiciones morfofisiológicas, posiblemente no consiguieron adecuarse completamente a las condiciones del invernadero, ya que contaban con más de dos años en este lugar y según Pedroso de Moraes (2002) requieren en promedio de dos a tres años para aclimatarse, según la especie de orquídea. Además, requerían de la presencia de al menos tres pseudobulbos sanos para lograr desarrollar brotes, hojas, flores, frutos y semillas (McDonald, 1999). En el caso de las saprófitas, que habitan principalmente en páramo de clima frío y en bosques templados en los pinas (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005), no resistieron el clima cálido y seco del invernadero, debido a que los rizomas son órganos de almacenamiento y perennación que sustentan los nuevos brotes para la siguiente época de crecimiento no lograron persistir a estas condiciones. La especie epífita *Epidendrum anisatum*, que proviene de clima templado, pero que habita en encinares subhúmedos, fue atacada por insectos harinosos (*Pseudococcus microcirculus*), los cuales se alimentaron de éstas, dañándolas e inhibiendo su desarrollo provocando la pérdida de la orquídea en su totalidad (McDonald, 1999; Potter, 2000; Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005).

La colección esta conformada por especies biológica y ecológicamente importantes, como *Laelia anceps* y *L. speciosa*, endémicas de México las cuales





están catalogadas en “peligro de extinción” debido a la destrucción de su hábitat que ha sido afectado por diversas actividades humanas como son la tala inmoderada en los últimos años y la sobrecolecta de ejemplares, principalmente de *L. anceps* (CONABIO, 2004; Ramírez, 2005). Esta especie se distribuye en bosques de encino en la Sierra Madre Oriental y Occidental, el Eje Volcánico Transversal y montañas adyacentes de la Altiplanicie Central en los estados de Guanajuato, Hidalgo, Jalisco, Michoacán, entre otros (Wiard, 1987). Ésta especie es ampliamente colectada en México por su valor ornamental y cultural (Halbinger y Soto, 1997; Soto, 1996). Se estima que en Michoacán se extraen alrededor de 6,000 plantas o segmentos de éstas al año (Ramírez, 2005). De aquí la relevancia de los estudios fenológicos que aportan datos útiles que permiten mantenerlas, propagarlas y reintroducirlas a la comunidad vegetal a la que pertenecen (Azkue, 2000). Un ejemplo es el caso de la orquídea terrestre *Bletia urbana*, la cual se distribuye en la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel, y cuyas poblaciones fueron seriamente afectadas, provocando su disminución, debido a la urbanización de dicha área, proponiéndose años más tarde como reserva natural donde esta especie pudiera sobrevivir, además de cultivarse en el Jardín Botánico del Instituto de Biología, UNAM con fines de su reintroducción a la naturaleza nuevamente. (Peña y Chávez, 1983).

Las especies del género *Bletia* se distribuyen en bosques templados de pino y encino, en matorral xerófilo y en bosque de neblina (bosque perennifolio nublado, pino-encino-liquidámbar, bosque mesófilo de montaña), pero en el centro del país existe una gran diversidad de este género, sobre todo en los pinares (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005).

Las especies de la colección del género *Malaxis* se distribuyen en bosques templados: bosques de pino y encino, aunque algunas especies se encuentran también en matorral xerófilo como el caso de *Malaxis brachyrrhynchos* y *M. myurus* (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005).

La especie *Laelia autumnalis*, endémica de México, esta ampliamente distribuida a lo largo del Eje Volcánico Transversal, es muy abundante y apreciada por los cultivadores por su color muy vistoso, por esto se encuentra bajo una fuerte presión de colecta y junto con la perturbación de su hábitat, por lo cual es considerada como especie amenazada (García *et al.*, 2003). Por el contrario *L. albida* es otra especie endémica de México que no se encuentra amenazada, ya que es bastante común encontrarlas en campo (Halbinger y Soto, 1997); en el estado de Oaxaca se utiliza como adorno en las tumbas, altares y nacimientos en la época navideña (Hágsater *et al.*, 2005).

El género *Epidendrum* se considera uno de los más diversos entre las orquídeas neotropicales con aproximadamente 1000 especies adaptadas a diversas condiciones ambientales. En México se reconocen alrededor de 100





especies. La especie *Epidendrum anisatum* es endémica y se distribuye en el Eje Volcánico Transversal y en la Sierra Madre del Sur, no está considerada como amenazada de extinción (García *et al.*, 2003).

El género *Pleurothallis* es considerado como uno de los más abundantes en el Nuevo Mundo con aproximadamente 1000 especies, con alrededor de 65 especies reportadas para México. La especie *Pleurothallis retusa* es endémica de México y se distribuye en el Eje Volcánico Transversal y en la Sierra Madre del Sur; es abundante y no presenta ningún riesgo de sobrevivencia (García *et al.*, 2003).

El género *Prosthechea* es principalmente centroamericano con aproximadamente 90 especies. Son pocas las especies de este género con interés hortícola, por lo que no presenta presión de colecta; sin embargo, la especie *Prosthechea michuacana* se considera como rara y vulnerable en el estado de Michoacán, sobre todo alrededor de Morelia (García *et al.*, 2003).

Las especies del género *Schiedeella* se encuentran en bosques templados: pinares y encinares, en matorral xerófilo y pastizales como el caso de *Schiedeella llaveana*, en lugares expuestos y soleados y perturbados al igual que *S. garayana*, siendo ésta última endémica de México (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005). Aunque no se tienen registros de su categoría de riesgo, en campo se ha observado que son susceptibles al ramoneo por el pastoreo de las zonas más cercanas a las poblaciones de esta especie, definiéndolas como vulnerable.

### **Condiciones ambientales en el invernadero de la FES Zaragoza**

La infraestructura del invernadero de la FES Zaragoza, determinó condiciones específicas ambientales, tanto de temperatura como de humedad relativa, durante el período de estudio.

La gráfica 2 muestra el registro de las temperaturas en el invernadero durante el periodo estacional de estudio, donde se observa que durante el mes de marzo se registró la temperatura mínima más baja con 8.2 °C, ya que fue la parte final de la época de invierno, para el mes de abril se incrementó aproximadamente 2 °C y durante los meses de mayo a julio se mantuvo constante con 15 °C. Por otra parte, el registro más alto de la temperatura máxima se mantuvo constante durante los meses de mayo a julio (parte final de la primavera y principios de verano) con 41°C, considerada como una temperatura letal para algunas plantas, causa probable de daños fisiológicos considerables como estrés hídrico, cierre potencial de estomas, entre otros (Ojeda, 2004). Estas condiciones de temperatura, indican que el invernadero se asemejó al tipo de clima muy cálido (Ojeda, 2004), temporalmente, con temperaturas no adecuadas para orquídeas de clima frío, templado y cálido





(Bown, 2005). Sin embargo, la temperatura promedio que se registro durante el período de estudio fue de 25.8 °C, la cual coincide con la temperatura que se recomienda para el cultivo de orquídeas de clima templado (McDonald, 1999; Labollita, 2000).

La temperatura letal de 41°C en el invernadero se debió posiblemente a que durante el período de estudio los extractores estuvieron inactivos, lo cual evitó que existiera un intercambio de aire caliente por aire frío del exterior, manteniendo una alta temperatura en el interior del orquidario. Por esta razón, se determinó que las condiciones ambientales del invernadero no fueron reguladas adecuadamente, ya que, la zona en donde se ubicaba la colección de orquídeas no estuvo aislada completamente del resto del espacio físico de la sala 1 que es amplia (Diagrama 1), lo que reduce la posibilidad de crear un clima idóneo para el cultivo de orquídeas y obtener resultados esperados en cuanto a la fenología (Jiménez, 2006, com. personal).

Sin embargo, la temperatura promedio de 25.8 °C en el invernadero fue adecuada para la mayoría de las especies de la colección (93% aproximadamente) de clima templado y cálido quienes se mantuvieron apropiadamente, lo cual coincide con lo reportado por McDonald, (1999), Labollita (2000), Bown (2005) y Thomas (2005) quienes mencionan que la mayoría de las especies de orquídeas en cultivo se desarrollan favorablemente en un intervalo de temperatura de 10 °C a 30 °C, tal y como se presentó durante el período del presente estudio; mientras que para las especies de climas fríos, fueron menos adecuadas, como fue el caso de *Corallorhiza* spp (sólo el 7%) (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005), para las cuales se recomiendan temperaturas que oscilen entre 6°C y 21°C

Respecto a la humedad relativa, en la gráfica 3, se observa que durante los meses de mayo a agosto el promedio el fue de 45.4% de humedad, la cual fue suficiente para el cultivo esperado (Su *et al.*, 2001). Labollita (2000) y Su *et al.* (2001) recomiendan de 40 a 50% de humedad para la época de invierno, en primavera del 60% y en verano de 70 a 80% para que se desarrollen óptimamente las orquídeas. En el presente estudio en el invernadero se registró un intervalo de humedad máxima de 67% a 78% durante el verano.

A pesar de las condiciones de temperatura y humedad relativa del invernadero, se tuvieron evidencias reales de la capacidad de adecuación y sobrevivencia de las especies, tanto epífitas (*Arpophyllum*, *Laelia*, *Oncidium*, *Pleurothallis* y *Prosthechea*), como terrestres (*Bletia*, *Deiregyne*, *Dichromanthus*, *Govenia*, *Malaxis*, *Schiedeella*, entre otros géneros), en un 95% (Gráfica 6), en un ambiente con condiciones climáticas distintas a las de su hábitat (Hernando, 1997; Seals, *et al.*, 2005), ya que la mayoría de las especies de la colección provenían de clima templado y cálido; sin embargo, no sucedió lo mismo con las





especies saprófitas de clima frío, como *Corallorrhiza bulbosa*, *C. macula* y *C. wisteriana*, las cuales no lograron sobrevivir.

Debido a lo anterior, se puede afirmar que las condiciones del invernadero fueron suficientes para cultivar las especies de la colección que se ha mantenido *ex situ* desde el año 2001. Para aquellas especies que no florecieron, las condiciones no fueron adecuadas, ya que no se obtuvo una respuesta idéntica a la de su hábitat, por lo cual será necesario controlar las condiciones como temperatura, humedad relativa, y ventilación (Hernando, 1997; Seals, *et al.*, 2005).

### **Formas de vida de la colección de orquídeas**

De los 18 géneros y las 41 especies, el mayor porcentaje corresponden al hábito terrestre, seguida por el epífita (Cuadro 11) (Gráfica 4 y 5), la mayoría proveniente de clima cálido y de clima templado en donde hay una gran diversidad de estas especies, principalmente epífitas y terrestres. Sin embargo, la presencia de especies saprófitas fue mucho menor tales como *Corallorrhiza maculata*, *C. bulbosa* y *C. wisteriana*, considerada esta última como rara según Hágsater y colaboradores (2005), se localizan en zonas altas, de 3000 a 4300 m sobre el nivel del mar, en vegetación alpina o páramo, que se establece en el clima más frío de México con una temperatura media anual de 3 a 5°C; aunque también se pueden encontrar en bosques templados (Espejo, *et al.*, 2002; Hágsater *et al.*, 2005).

### **Fenología de la colección de orquídeas**

Del total de las especies el 83% presentaron neoformación de brotes, el 12% principalmente del tipo terrestre, permaneció en estado latente (Gráfica 6), debido a que no era la época de su brotación y otras porque no tuvieron las condiciones ambientales necesarias de temperatura y humedad relativa, que conllevó al 5% de mortandad (Gráfica 6).

Los géneros de orquídeas terrestres presentaron una marcada estacionalidad (Gráfica 7, 8 y 9) esto concuerda con lo reportado por Tatarenko y Kondo (2003) en cuanto a la época en que se llevó a cabo el crecimiento vegetativo, por lo que se analizaron de forma separada de las especies epífitas.

#### **Orquídeas Terrestres**

**Desarrollo vegetativo y floral.** Las especies de orquídeas generaron nuevos brotes en cada estación de crecimiento. El desarrollo de estos brotes tomó un tiempo prolongado antes de que emergieran por arriba de la superficie del suelo. El desarrollo de los brotes, tanto vegetativos como florales, de la parte subterránea fue el más largo y la fase más importante del ciclo de vida de los brotes. La fenología subterránea determinó un continuo registro de morfogénesis







de las nuevas fases de los brotes y de la presencia de órganos por encima del suelo. Las fases se presentaron en la mayoría de las especies del invernadero y coincidieron con estudios realizados por Tatarenko y Kondo (2003).

Estos mismos autores ilustran la fenología periódica (Figura 7a) y la ramificación de brotes laterales (Figura 7b) en algunas orquídeas terrestres como bletias, malaxis, govenias, entre otras, lo cual sucedió con los ejemplares pertenecientes a estos géneros en la colección del invernadero (Figura 8 y 9).

#### Brotación vegetativa.-

El desarrollo de brotes vegetativos en los géneros terrestres se presentó en diferentes meses.

En el género *Bletia* se observó (Gráfica 7) que el desarrollo de brotes se inicia en marzo, el máximo porcentaje de brotes desarrollados se registró durante el mes de mayo, disminuyendo en junio y julio. Los nuevos brotes fueron yemas meristemáticas que se desarrollan a partir de cormos subterráneos localizados en su base (Figura 8a), los cuales emergieron a la superficie del sustrato de forma alargada dando origen a las primeras hojas, lo cual coincidió con los reportes de Ng y Hew, (2000), Tatarenko y Kondo (2003) y Hew y Yong (2004), como sucedió en la mayoría de las especies terrestres del invernadero (Figura 8b). Durante el mes de agosto alcanzaron su talla máxima (Gráfica 12).

Relacionado con su hábitat natural existió una correspondencia muy marcada debido a que en la época de primavera se encuentra también en desarrollo, preparándose para la floración la cual acontece durante la época de crecimiento (Barba *et al.*, 2002) en los meses de junio a septiembre para la mayoría de las especies de este género (Espejo *et al.*, 2002; Romero *et al.*, 2004).

Al igual que el género *Bletia*, el género *Malaxis* presentó alto porcentaje de brotes durante el mes de mayo (Gráfica 8). Los nuevos brotes se originaron de cormos subterráneos, los cuales emergieron a la superficie del sustrato de forma ovoide para desarrollar más adelante a las hojas (Figura 9) y la inflorescencia apicalmente como lo describió Ng y Hew (2000), Hew y Yong (2004) y Tatarenko y Kondo (2003). Las dos primeras etapas se presentaron en la mayoría de las especies y la última fase en algunas especies, tales como *Bletia macristhmochila*, *Govenia superba* y *Malaxis brachyrrhynchos*. Durante los meses de marzo y abril se mantuvieron en estado latente (reposo) y a partir de agosto, los brotes alcanzaron la madurez.

En su hábitat se desarrollan durante la época de primavera y verano. La floración, en el caso de *Malaxis myurus* y *M. brachyrrhynchos* acontece durante los meses de junio a septiembre (Espejo *et al.*, 2002).

Durante primavera-verano se tuvo una variación en la cantidad de brotes para los géneros que se presentan en el Gráfica 9. La nueva brotación es muy similar en todas estas especies, ya que se origina de cormos o pseudobulbos subterráneos. Los brotes salen a la superficie en forma ovoide, y desarrollaron





un tallo con hojas (Ng y Hew, 2000; Hew y Yong, 2004, Tatarenko y Kondo, 2003). En los géneros *Schiedeella*, *Deiregyne* y *Govenia* se observó una respuesta diferente al resto de las terrestres, puesto que la aparición de sus brotes vegetativos se inició en los meses de marzo y abril, cuando el resto de las especies se encontraban en estado latente. Esto está relacionado con la floración, ya que para *Schiedeella llaveana* y *S. garayana*, primero emerge el escapo floral durante los meses de febrero-abril (Espejo, *et al*, 2002) y posteriormente los brotes vegetativos. Para los géneros *Deiregyne* y *Govenia*, se observó en invernadero un comportamiento muy similar al de su hábitat, ya que permanecieron en estado vegetativo durante la época de primavera.

Estos resultados se deben a que cada especie tiene su propia época de crecimiento y floración por razones ecológicas y fisiológicas. La floración en diferentes estaciones es un mecanismo mediante el cual las especies relacionadas cercanamente son capaces de ocupar una misma área sin formar híbridos y perder su identidad. Fuera de los trópicos la estacionalidad es impuesta por el frío de manera rígida sobre el crecimiento de la planta, ya que la floración acontece durante la época de crecimiento. Dentro de los trópicos la estacionalidad se debe principalmente a la variación de la precipitación y la estación seca no impone una latencia absoluta. En Centroamérica, muchas orquídeas florecen al final de la estación de lluvias o al principio de la época de sequía. En los bosques húmedos la época de sequía puede ser más favorable para la floración, porque teniendo menos lluvia hay mayor visibilidad para los polinizadores más activos y hay pocos insectos depredadores que consuman yemas y flores (Barba *et al.*, 2002; Hágsater, 2005).

#### Brotación de escapos florales de géneros terrestres.-

Durante los meses de junio y julio se presentaron el mayor número de escapos florales (Gráfica 10), con mayor cantidad en el género *Govenia*, teniendo ocho ejemplares con escapo, resaltando la ausencia de escapos en los otros meses. De los ocho ejemplares de cada uno de los géneros, *Bletia* y *Malaxis*, sólo cuatro de cada una tuvieron escapo. Es importante destacar que en los tres géneros hay una correspondencia entre la floración acontecida en el invernadero y en campo, ya que la época de floración reportada para colonias silvestres va de mayo a julio para *Bletia macristhmochila* y de junio a agosto para *Govenia superba* y *Malaxis brachyrrhynchos* como lo mencionan Espejo (2002) y Hágsater (2005). Lo anterior se debe posiblemente a que estos individuos se adecuaron a las condiciones ambientales del invernadero con una temperatura promedio de 25.8°C.

Cabe destacar que solamente las especies que estuvieron en floración en el período de estudio fueron: *Bletia gracilis* (Figura 10) con tres flores con una época de floración de los meses julio-agosto, de las cuales se polinizó una, obteniendo un fruto (cápsula); *Govenia superba* (Figura 11) con 33 flores durante





los meses junio-julio con un tiempo de duración de las flores de mes y medio para las dos especies anteriores y 6 polinizadas obteniendo como resultado 6 frutos; y *Malaxis brachyrrhynchos* (Figura 12) floreció en los meses julio-agosto con 15 flores.

Estos resultados corresponden exactamente a los reportados por Espejo y colaboradores (2002), y se observa que no hay diferencia en cuanto a la época de floración, tanto en su hábitat de estas especies como en condiciones de invernadero.

Aunque otros géneros, como *Deiregyne*, *Dichromanthus*, *Habenaria* y *Prescottia* debieron florecer en este periodo de estudio de acuerdo con Wiard (1987), McVaugh (1989), Halbinger y Soto (1997), Navarro y colaboradores (2001) y Espejo y colaboradores (2002). Estas orquídeas crecen y se desarrollan vigorosamente en rangos de temperatura desde los 10 °C a los 26 °C pero puede inhibir la floración como sucedió para estos géneros; ya que en el invernadero la temperatura promedio fue de 25.8°C (Gráfica 2) (Hernando, 1997; Seals, *et al.*, 2005).

De igual manera el porcentaje de humedad relativa pudo haber afectado, debido a que se registró en los meses mayo a agosto un 44.4% de HR en promedio, lo cual no es la óptima. Estos factores pueden no ser tan importantes para la floración. En cambio, la cantidad de luz que es uno de los de mayor importancia para el desencadenamiento de las mayoría de las reacciones fisiológicas, como el crecimiento y la floración (Pedroso 2002; Sheenan, 2002).

En cuanto a la floración de todas las especies, cuando se someten a intensidades luminosas diferentes a las de su hábitat natural esta se inhibe. El factor luz es uno de los responsables para que las orquídeas en general florezcan, por lo menos hasta que éstas consigan aclimatarse y adaptarse, lo que generalmente lleva de dos a tres años, variando de especie a especie como lo mencionó Pedroso de Moraes (2002). Esto se explica porque, para la mayoría de las orquídeas, en general requieren un rango de 108 a 432 lux para florecer favorablemente (Horak, 2005), y en el invernadero se registró un rango de 50-75 lux en las zonas donde se colocaron las orquídeas terrestres; es decir, en la *línea de base* (Diagrama 2).

La floración puede ser regulada por la disponibilidad de nutrimentos y por la presencia de los fotoasimilados de manera más efectiva que los demás factores. Esto puede ser explicado por el hecho de que las orquídeas terrestres con niveles de nitrógeno (14-14-14) que se les aplicó, desarrollaron una gran cantidad de brotaciones vegetativas, ya que a estas concentraciones producen un rápido y vigoroso crecimiento, pero por otro lado, posiblemente ocasionó el detrimento de la floración (brotes florales) por falta de una mayor concentración de fósforo que estimula la floración; por ejemplo 10-50-10. Además, debido a las





propiedades físicas naturales del nitrógeno como por ejemplo la volatilización en el sustrato, disminuyó aún más su concentración. Las especies que florecieron fueron favorecidas por la concentración de fósforo (McDonald, 1999; Espinosa *et al.*, 2000; Fiatt, 2000; Pedroso de Moraes, 2002; Seals, *et al.*, 2005).

*Talla máxima de los brotes vegetativos de orquídeas terrestres.* En la gráfica 11 se observó que durante el mes de julio los brotes vegetativos de siete géneros de la colección alcanzaron su talla máxima, lo cual indica que durante este mes se podrían encontrar en campo (Wiard, 1987; McVaugh, 1989; Halbinger y Soto, 1997; Navarro *et al.*, 2001; Espejo *et al.*, 2002), debido a que, el patrón de crecimiento en estas orquídeas terrestres que provienen, en general, de clima templado y cálido (Hágsater *et al.*, 2005) depende grandemente de las estaciones. Luego entonces, en el verano, es el crecimiento de estas especies y, depende principalmente de su distribución geográfica (Tatarenko y Kondo, 2003). En el período que comprende de marzo a mayo, se encontraban en crecimiento vegetativo y no alcanzaron la talla máxima. En los meses de junio, julio y agosto las especies del género *Bletia*, *Malaxis* y *Govenia* alcanzaron su talla máxima, con diferentes tallas; es decir, para *Bletia* desde los 17 cm (*B. macristhmochila*) hasta 45 cm (*B. purpurea*), en *Malaxis* de 10 cm (*M. salazarii*) a 38 cm (*M. ehrenbergii*) y *Govenia* 36 cm (*G. superba*) a 75 cm (*G. capitata*). En el mes de julio en todos los géneros se encuentran especies en su talla máxima, pero sobre todo en *Dichromanthus aurantiacus* y en el género *Habenaria*. En el mes de agosto se encuentran especies de los géneros *Bletia*, *Malaxis*, *Govenia*, *Schiedeella* y *Deiregyne*, en su talla máxima (Cuadro 11 y Gráfica 12). En *Bletia gracilis* (Figura 10), *Govenia superba* (Figura 11) y *Malaxis brachyrrhynchos* (Figura 12), en esta época se encontraban en la etapa de maduración de los frutos. Cabe señalar, con estos datos, que las especies no alcanzan la talla máxima en la misma época, debido a que son diferentes especies y cada una de ellas llega a su etapa de madurez en diferentes tiempos, como se observó en la colección del invernadero.

La mayoría de las especies terrestres presentaron su talla máxima durante la época de verano, mientras que durante la primavera se encontraban en crecimiento. En la Gráfica 12 se muestran los rangos de las tallas de los brotes vegetativos de los diferentes géneros.

Las tallas reportadas por Espejo *et al.* (2002) en campo de los géneros anteriores corresponden a las observadas en el invernadero, lo cual indica que se adaptaron favorablemente a estas condiciones.

### *Orquídeas epífitas*

*Desarrollo vegetativo y floral.* Ng y Hew (2000) señalan que en las orquídeas epífitas se pueden encontrar brotes vegetativos durante todo el año, como se observó en todas las especies, rompiéndose la latencia cuando llega la estación de crecimiento de cada especie, por esta razón no todos los brotes se





desarrollaron al mismo tiempo, como lo observaron Tatarenko y Kondo (2003). McDonald (1999) describió que cuando un ejemplar posee varios pseudobulbos y es subdividido usa sus brotes vegetativos para desarrollar una nueva planta, como se observó en la mayoría de las especies epífitas de la colección en condiciones de invernadero (Figura 13).

#### Brotación vegetativa.-

En la gráfica 13 se observa claramente que las especies epífitas *Laelia autumnalis*, *L. speciosa*, *L. albida* y *L. anceps*, durante los meses de mayo y junio poseen el mayor número de brotes vegetativos. Los nuevos brotes en las orquídeas epífitas, a diferencia de las orquídeas terrestres, se originaron de la parte basal de los pseudobulbos que se localizaban cerca de la superficie del sustrato y presentaron una forma elíptica, en los cuales se desarrollaron las primeras hojas y posteriormente comenzaron a engrosarse para formar el pseudobulbo (Figura 13). Se observó, en este caso, cierta regularidad dentro del género *Laelia* en cuanto al número de brotes durante la estación primavera-verano. Esto se explica por que en esta época, principalmente en verano, se encuentran en el período de actividad vegetativa, es decir, su estación de crecimiento, que soportará más tarde la floración, ya que, en *Laelia albida*, *L. anceps* y *L. autumnalis*, presentan flores durante los meses de septiembre a diciembre y para *L. speciosa* durante los meses de junio a septiembre, y corresponde exactamente al comportamiento que ocurre en el hábitat del cual proceden estas especies, coincidiendo con lo descrito por Halbinger y Soto (1997).

Es importante resaltar que en el mes de abril hubo un considerable número de brotes vegetativos en *Epidendrum anisatum* (gráfica 14), debido a que en la primavera corresponde a su estación de crecimiento, observando una disminución durante el mes de mayo, ya que la mayoría de estos se desarrollaron para su posterior floración que según estudios realizados por Espejo y colaboradores (2002) acontece precisamente en esta época (febrero a mayo); sin embargo, esta etapa fenológica no se observó debido probablemente a que estos ejemplares no se adaptaron completamente a las condiciones ambientales del invernadero, ya que se han mantenido por más de dos años en este lugar.

Para la mayoría de las especies epífitas, la época en que presentaron el mayor número de brotes vegetativos fue durante los meses de mayo a junio (Gráficas 14, 15 y 16), época en que estuvieron en período de crecimiento. Cabe hacer notar que la especie que tuvo mayor número de brotes fue *Prosthechea linkiana* (Gráfica 16); mientras que *Pleurothallis scariosa* no registró ningún brote durante el período de estudio (Gráfica 15), debido posiblemente a las fluctuaciones de las condiciones ambientales del invernadero y de HR, aun cuando esta especie pertenece a un clima templado y cálido. La especie





*Prosthechea michuacana* se mantuvo con un solo brote durante los meses de marzo a mayo alcanzando su talla máxima en junio, en los meses junio-agosto no presentó ningún brote nuevo, porque terminó su periodo de crecimiento.

Brotación de escapos florales.-

La época de floración de la especie *Arpophyllum spicatum* aconteció en noviembre y diciembre y de *Erycina hyalinobulbon* de enero a marzo.

En la especie *Prosthechea linkiana* la floración debió inducirse de marzo a junio. En *Oncidium graminifolium* de abril a junio. En *Prosthechea cochleata* durante todo el año y en *Prosthechea michuacana* de agosto a junio (Espejo *et al.*, 2002); sin embargo, en ninguna de estas especies se observó la floración. Otras especies de los géneros *Laelia*, *Oncidium*, *Pleurothallis* y *Prosthechea*, debieron tener su floración durante el período de estudio. Posiblemente la floración se inhibió debido a que la cantidad de luz en el invernadero fue insuficiente, ya que la luz es uno de los factores más importantes para que se lleve a cabo la floración y el crecimiento (Ojeda, 2004; Bown, 2005).

Por lo tanto, el factor luz influyó en la inducción de la floración en las especies epífitas, al igual que en las especies terrestres, ya que los ejemplares colocadas en la tercera línea (Diagrama 3) en la zona oeste del invernadero, se registro una iluminación de 650 lux, la cual sobrepasa significativamente la cantidad requerida para el cultivo de estas especies, que es de 108 a 432 lux (Horak, 2005), lo que provocó que en algunas especies como *Laelia autumnalis*, *L. anceps*, *Pleurothallis hirsuta*, *P. retusa*, *Prosthechea cochleata*, entre otras, que se encontraban en la tercera línea (Diagrama 3), presentaron una coloración amarilla y rojiza que son síntomas de exceso de luz, como lo describió McDonald (1999) e inhibiendo la floración.

En la segunda línea del bancal (Diagrama 2) se registro una iluminación de 300 lux aproximadamente, la cual fue un rango apropiado para inducir la floración en las especies epífitas que se encontraban en esta zona; sin embargo, no se indujo la floración, posiblemente porque son de fotoperiodo sensible y requieren períodos cortos de exposición a la luz o bien oscuridad continua durante la noche para florecer, como por ejemplo las especies del género *Oncidium*, aunque algunas si requieren estar en períodos largos para florecer (McDonald, 1999).

La fertilización (18-18-18) posiblemente fue otro factor insuficiente para la floración, ya que se recomienda una concentración más alta de fósforo (10-50-10) para inducir la floración (McDonald, 1999; Fiatt, 2000; Seals, *et al.*, 2005) en las especies epífitas, sobre todo en *Laelia speciosa*, *Oncidium graminifolium*, *Pleurothallis hirsuta*, *P. retusa*, *P. scariosa*, *Prosthechea linkiana*, entre otras.





### *Orquídeas saprófitas*

Ninguna especie de orquídeas saprófitas presentaron emergencia de brotes, debido a que no sobrevivieron a la temperatura cálida temporal y templado del invernadero, ya que son condiciones poco idóneas para estas especies que provienen de clima frío y templado, por esta razón murieron, más que por luz ó nutrimentos. También se debe tomar en cuenta que las especies, *Corallorhiza bulbosa*, *C. maculata* y *C. wisteriana*, tienen rizomas, los cuales son utilizadas como órganos de almacenamiento de agua y nutrimentos y de donde se desarrollan los nuevos brotes que darán origen a la nueva planta; son finas, poco ramificadas y delgadas (Espejo *et al.*, 2002), lo que las hace sensibles a cualquier cambio brusco de temperatura y humedad. Si estos mueren ya no se desarrolla la nueva planta.

Además hay que considerar que estas especies son casi imposibles de cultivar, porque son taxas de los más difíciles de manejar *ex situ* (Hágsater *et al.*, 2005).

Aunque, por otra parte, la poca frecuencia de riego pudo ser otra razón, ya que los rizomas no tuvieron la suficiente cantidad de agua, y se pudieron deshidratar por el clima cálido y seco temporal del invernadero, y por falta de humedad en el sustrato provocando la muerte (Hernando, 1997).

### **Mantenimiento de la Colección**

#### *Riego y fertilización*

El riego aplicado a las orquídeas fue adecuado, para la mayoría de las especies de la colección del invernadero, principalmente para las terrestres, ya que una gran cantidad de ellas presentaron brotes vegetativos exuberantes. Sin embargo, para el caso de las epífitas, éstas requirieron un riego más frecuente durante la época de sequía (primavera) y de acuerdo a Thomas (2005) y Horak (2005) se debe regar de 2 a 3 veces por semana durante la actividad fisiológica y del tipo de sustrato. De igual manera en condiciones cálidas e iluminación alta el riego debe incrementarse cada 3 ó 4 días; debido a que en algunas orquídeas no presentaron brotes vegetativos, como en la especie *Pleurothallis scariosa*, y mucho menos florales.

La aplicación del fertilizante en concentraciones de 14-14-14 (N-P-K) o de 18-18-18 fue insuficiente para inducir la floración de las especies que no florecieron, principalmente para las epífitas (McDonald, 1999; Fiatt, 2000; Seals, *et al.*, 2005), ya que Espinosa y colaboradores (2000) recomiendan aplicar una mayor concentración de fósforo, en una proporción de 10-50-10.

En las terrestres la concentración de los fertilizantes favoreció el desarrollo de los órganos vegetativos con coloración (verde claro) y tamaño adecuado y hojas turgentes en casi todas las especies de la colección y concuerda con McDonald (1999), Fiatt (2000), Seals y colaboradores (2005).





## Fitosanitario

Las plagas más frecuentes que se observaron en el período de estudio fueron:

- Cochinilla algodonosa, pertenecientes a la especie *Pseudococcus microcirculus* (McDonald, 1999; Hamon, 2002), que se encontraron principalmente en el género *Epidendrum* y *Laelia*
- Insectos escama, que se encontraron en el género *Laelia*
- Arañas rojas, de la especie *Phytoseiulus persimilis* (McDonald, 1999; Potter, 2000; Price, 2002), que se encontraron en el género *Bletia* y *Malaxis*.
- Larvas de insectos, localizadas en el género *Oncidium*, *Bletia*, *Schiedeella*, *Prescottia*.

Las plagas se controlaron satisfactoriamente en la época de primavera, pero en algunas especies el género *Epidendrum* y *Laelia* la plaga de cochinilla algodonosa que se encontraron durante la época de lluvia, es decir en verano, no se eliminaron totalmente, ya que posiblemente se le tendría que haber dado el mantenimiento más de una vez a la semana.







# CONCLUSIONES





## CONCLUSIONES

- Se ordenó la información de la colección viva de orquídeas en el invernadero de la FES Zaragoza, así como de las condiciones ambientales entre los meses de marzo a agosto.
- Seis meses del estudio fenológico de la colección fue insuficiente para estudiar un ciclo de vida completo de las especies, pero sí fue suficiente para conocer los eventos del desarrollo vegetativo de epífitas y terrestres.
- Las orquídeas terrestres y epífitas que se adaptaron a las temperaturas y humedad relativa del invernadero fueron *Bletia*, *Govenia*, *Malaxis*, *Laelia*, *Schiedeella*, *Epidendrum*, *Pleurothallis* y *Prosthechea* que provienen principalmente de bosques o zonas templadas y subhúmedos.
- La brotación vegetativa de las especies terrestres de los géneros *Bletia* y *Schiedeella* se inicia en el mes de marzo, de *Govenia* y *Deiregyne* en el mes de abril, de *Malaxis* y *Dichromanthus* durante mayo y *Habenaria* en el mes de junio.
- *Laelia* spp, *Prosthechea linkiana* y *Pleurothallis retusa* desarrollan brotes vegetativos durante los meses de mayo y junio, *Epidendrum anisatum* durante abril y *Arpophyllum spicatum* durante julio y agosto; mientras que *Pleurothallis scariosa* no generó ninguno.
- Se conocieron los eventos del desarrollo floral en especies terrestres, *Bletia gracilis*, *Govenia superba* y *Malaxis brachyrrhynchos*, durante los meses de junio y julio.
- Las especies de los géneros *Bletia*, *Deiregyne*, *Dichromanthus*, *Epidendrum*, *Erycina*, *Govenia*, *Malaxis*, *Pleurothallis*, *Prescottia*, *Prosthechea*, *Schiedeella* y *Laelia speciosa* que debieron florecer durante el periodo de estudio, no lo hicieron probablemente a la luz, temperatura y la humedad relativa que fueron factores determinantes.
- Las especies saprófitas fueron las únicas que no sobrevivieron a las condiciones *ex situ* en el invernadero.
- Es recomendable dar un seguimiento en las estaciones otoño-invierno para conocer los eventos fenológicos florales del resto de las especies de la colección y las condiciones ambientales del invernadero.





- Las condiciones secas y cálidas provocan la presencia de plagas en el orquidario y para evitarlo será necesario controlar más adecuadamente la humedad y temperatura.
- Durante la época de primavera-verano es viable mantener el 95% de las especies de la colección de plantas de orquídeas bajo las condiciones ambientales registradas en el invernadero.





Eric Pérez Toledano



Diana Lisbeth Jardón Sánchez

# BIBLIOGRAFÍA



BIOLOGÍA VEGETAL



BIÓLOGO



## BIBLIOGRAFÍA

- Alpi A. y Tognoni F., 1991.** *Cultivo en Invernadero*. 3ª Ed. Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España, 347 pp.
- Aragón S. and Ackerman J. D., 2004.** Does flower color variation matter in deception pollinated *Psychilis monensis* (Orchidaceae)? *Oecología* **138 (3)**: 405–413.
- Arditti J., 1992.** *Fundamentals of Orchid Biology*. John Willey & Sons. USA, 898 pp.
- Ascencio R. J. M. y Maldonado M. F., 2005.** El Jardín Botánico Universitario “José Narciso Rovirosa”. *Kuxulkab* **2 (14)**:34-47.
- Azkue M., 2000.** La fenología como una herramienta de la agroclimatología. [en línea]. *Monografía de agroclimatología*, CENIAP, Serie-e No. 7. <<http://www.ceciap.gov.ve/publ-e/fenología/fenología.htm>> [Consulta: 9 may. 2005].
- Barba A. A., Luna R. S y Romero A. J., 2002.** *Biotemas: Orquideología Básica*. UIBV, FES-Zaragoza, UNAM, México, 18 pp.
- Baumgärtner J. and Hartmann J., 2000.** The use of phenology models in plant conservation programmes: The establishment of the earliest cutting date for the wild daffodil *Narcissus radiiflorus*. *Biological Conservation* **93**: 155-161.
- Bechtel H., Cribb, P. y Launert E., 1985.** *The manual of orchid species*. Branford Press. Great Britain.
- Bernat J. C., Andrés V. J. J. y Martínez R. J., 1990.** *Invernaderos construcción, manejo y rentabilidad*. AEDOS. Barcelona, España. 196 pp.
- Black R. J., 2003.** Tips on Growing Orchids in Florida. [on line]. University of Florida, IFAS Extension. <<http://edis.ifas.ufl.edu/pdf/EP/EP01700.pdf>>. [Consultation: 02 mar. 2006].
- Bown D., 2005.** Invernadero. Biblioteca de Consulta Microsoft. *Enciclopedia Encarta Oxford Scientific Films*.
- Cardoso J.C. e Israel M., 2005.** Levantamento de espécies da família Orchidaceae em Águas de Sta. Bárbara (SP) e seu cultivo. Brasília, *Horticultura Brasileira*: **23 (2)**:169-173.





- César G. S. F., 2002.** Análisis de algunos factores que afectan la fenología reproductiva de la comunidad vegetal de la reserva del pedregal de San Ángel D.F. (México). Tesis de Licenciatura, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 1-12 pp.
- Chung M. Y. and Chung M. G., 2005.** Pollination biology and breeding systems in the terrestrial orchid. *Bletilla striata*. *Plant Syst. Evol.*
- Cibrian A., 1999.** Variación genética de *Vanilla planifolia* en México. Tesis profesional. Facultad de Ciencias. UNAM, México.
- Clouser L. H. and Owen M. S., 1990.** *For the Home and Greenhouse in Orchids*. Brooklyn Botanic Garden Record. Brooklyn, N. Y., 56-60 pp.
- CONABIO, 2004.** Estatus de la NOM-059 [en línea]. NOM-059-SEMARNAT-2001.  
<<http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/isc/fichas/doctos/plantas.html/>>  
(Consulta: 09 Ago. 2005).
- Consorcio CONSORCIO GTZ/FUNDECO/IE, 2001.** Estrategia regional de biodiversidad para los países del Trópico Andino. Conservación *ex situ*. La Paz, Bolivia, 10-15 pp.
- Cribb P., 2003.** *Rhizanthella gardnerii* (Underground orchid) [on line]. Royal Botanic Gardens, Kew.  
<[http://www.arkive.org/species/GES/plants\\_and\\_algae/Rhizanthella\\_gardnerii/more\\_info.html](http://www.arkive.org/species/GES/plants_and_algae/Rhizanthella_gardnerii/more_info.html)>
- Damon A., 2005.** Las Epífitas [en línea]. División de Conservación de la Biodiversidad de ECOSUR Tapachula. Chiapas, México.  
<<http://w<sup>3</sup>.ecosur.mx/difusiR<sup>3</sup>n/ecofronteras/ecofrontera/ecofront1.pdf/epifitas.pdf>> [Consulta: 28 Jun. 2005].
- Dayan D., 2004.** Growing an Orchid Collection [in line]. *Brooklyn Botanic Garden*.  
<<http://www.bbg.org/gar2/topics/plants/handbooks/growingorchids/growingcollection.html>>. [Consultation: 01 jul. 2005].
- Dressler R. L., 1981.** *The Orchids, Natural History and Classification*. Harvard University Press. U.S.A. 2<sup>nd</sup>. Ed., 352 p.





- Ehlers B. K., Olesen J. M. and Agren J., 2002.** Floral morphology and reproductive success in the orchid *Epipactis helleborine*: regional and local across-habitat variation. *Plant Syst. Evol.* **236**: 19–32.
- Espejo S. A., García C. J., López F. A., Jiménez M. R. y Sánchez S., 2002.** *Orquídeas del Estado de Morelos*. Vol. 16: (número único): 4. Herbario AMO. UAM, México.
- Espinosa M. J.A., Gaytán A. E. A., Becerril R. A. E., Contreras D. J. y Trejo L. C. 2000.** Fertilización Química y Biológica De *Phalaenopsis* (Orchidaceae) en condiciones de Invernadero. México. *Terra* **18**: 125-131.
- Faria T. R., Rego L. Do V., Bernardi A. y Molinari H., 2001.** Performance of different genotypes of Brazilian orchid cultivation in alternative substrates. Curitiba, Brazil. *Braz. arch. technol* **44** (4).
- Fiatt S. R., 2000.** La nutrición en las Orquídeas. [en línea]. Asociación Costarricense de Orquideología. <<http://www.ticorquideas.com/articulo4.htm>>. [Consulta: 02 mar. 2006].
- Fitch C. H., Nash N., Fighetti C, Head C. and Webb M, Decker G., 2004.** Encyclopedia of Orchids for Indoors, en: *The Best Orchids for Indoors*. Brooklyn Botanic Garden. New York, USA, 120 pp.
- Gálvez E. I., Carrasco A. M. A., y Reyes G. C. A., 2005.** Desarrollo del software para controlar la temperatura y humedad relativa en invernaderos utilizando lógica difusa. [en línea]. *Departamento de Ingeniería y Tecnología, Universidad Autónoma de Tlaxcala*. <<http://www-cia.mty.itesm.mx/~igalvez/confuzzy.html/>>. [Consulta: 01 jul. 2005].
- García C. J., Sánchez S. L. M. y Jiménez M. R., 2003.** Informe final del proyecto H098: “*Estudio Taxonómico-Florístico de la familia Orchidaceae en el Bajío: tribus Epidendreae y Maxillariae*”. Instituto Chinoín A. C., Herbario AMO, México.
- Gastiazoro B. J., 2004.** Fenología Agrícola. [en línea]. Cátedra de climatología y fenología agrícola, Universidad Nacional del Comahue. Facultad de Ciencias Agrarias Climatología y Fenología Agrícola, pp 4-14. <[http://www.redagraria.com/investigación/fca\\_unc/clima-fenol\\_fca\\_unc/apunte\\_fenología/estadosfenol%3gicos.htm/](http://www.redagraria.com/investigación/fca_unc/clima-fenol_fca_unc/apunte_fenología/estadosfenol%3gicos.htm/)>. [Consulta: 9 may. 2005].





**Giacomelli G. A., 2004 [a].** Greenhouse structures. [on line] *Controlled Environment Agricultural Center Agricultural & Biosystems Engineering Department University of Arizona.*

<[http://cals.arizona.edu/ceac/research/archive/structures\\_pe.htm/](http://cals.arizona.edu/ceac/research/archive/structures_pe.htm/).  
[Consultation: 01 jul. 2005]

**Giacomelli G.A., 2004 [b].** Sistemas de enfriamiento evaporativo: ventiladores y paneles húmedos, en: *Curso Internacional de Invernaderos*. Tomo II. PUIMECI. Universidad Autónoma Chapingo, México, O-1 – O-4 pp.

**Glowka, Lyle, Burheen G. F. and Synge H. (in collaboration with McNeely A. J. and Gündling L.), 1994.** *A Guide to the Convention on Biological Diversity*. Environmental Policy and Law Paper No. 30. Cambridge, England: The World Conservation Union.

**Gu J., 1998.** Conservation of plant diversity in China: achievements, Prospects and concerns. *Biological Conservation* 85:321-327.

**Hágsater E., Soto A. M., Salazar C. G., Jiménez M. R., López R. M. y Dressler R.L., 2005.** Las Orquídeas de México. Instituto Chinoín, México, 304 pp.

**Halbinger F. and Soto M. 1997.** *Laelias de México*. Asociación Mexicana de Orquideología (AMO), México D.F., Vol. 5.

**Hamon A. B., 2002.** Orchids Pests, en: *Orchids Pests and Diseases*. American Orchid Society. Florida, USA, 35-49 pp.

**Hartmann H. T y Kester, D. E., 1999.** *Propagación de plantas*. Compañía Editorial Continental. México, 31-38 pp.

**Hernando O. R. 1997.** Las Orquídeas. [en línea]. Monografías, Colombia. <<http://www.monografias.com/trabajos22/orquideas/orquideas.shtml>>. [Consulta: 28 ene. 2006].

**Hew C.S. and Yong J. W. H., 2004.** *The physiology tropical orchids in relation to the industry*. 2nd Ed. World Scientific, New Jersey Singapore, 370 pp.

**Hirano T., Godo T., Mii M. and Ishikawa K., 2005.** Cryopreservation of immature seeds of *Bletilla striata* by vitrification. *Plant Cell Rep.* 23:534–539.

**Horak D., 2005.** Growing requirements. [on line]. Brooklyn Botanic Garden, Brooklyn NY.







[http://bbg.org/gar2/.../growingorchids/growingrequirements\\_lightandwater.html](http://bbg.org/gar2/.../growingorchids/growingrequirements_lightandwater.html)  
>. [Consultation: 05 jul. 05].

**Infoagro, 2001.** Control climático para invernaderos. [en línea]. Parte 2. Cursos especializados.

<[http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/control\\_climatico.asp#inicio#inicio/](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/control_climatico.asp#inicio#inicio/)>. [Consulta: 05 mayo 2005].

**Jiménez M. R., 2006.** Visita a la Asociación Mexicana de Orquideología para revisión bibliográfica. AMO. [visita: 23 mar. 2006].

**Johnson S. D. and Brown M., 2004.** Transfer of pollinaria on bird's feet: a new pollination system in orchids. *Plant Syst. Evol.* **244**: 181–188.

**Kitajima E.W., Chagas C.M. and Rodrigues J.C.V., 2003.** *Brevipalpus*-transmitted plant virus and virus-like diseases: cytopathology and some recent cases. *Experimental and Applied Acarology.* **30**: 135–160.

**Knoxfield M. J., 1999.** Virus diseases of orchids [on line]. Agriculture Notes. Department of Primary Industries.

<<http://nre.vic.gov.au/DPI/nreninf.nsf/childdocs/...?open>> [Consultation: 26 ene. 2006].

**Kondo H., Maeda T. and Tamada T., 2003.** Orchid fleck virus: *Brevipalpus californicus* mite transmission, biological properties and genome structure. *Experimental and Applied Acarology.* **30**: 215–223.

**Labollita E., 2000.** Orquídeas para principiantes. Ed Atlantida. Buenos Aires, Argentina.

**Lawson H. R., 2002.** Virus and their control, en: *Orchid pest and diseases*. American Orchid Society, Florida, 74-97 pp.

**Lehnebach C. and Riveros M., 2003.** Pollination biology of the Chilean endemic orchid *Chloraea lamellate*. *Biodiversity and Conservation* **12**: 1741–175.

**Lomeli R. M. G., Tamayo O. R. y Horraza L., 2005.** Orquidáceas [en línea]. UNAM, México.

<[http://sagan-gea.org/hojared\\_biodiversidad/páginas/hoja2\\_8.html/](http://sagan-gea.org/hojared_biodiversidad/páginas/hoja2_8.html/)>. [Consulta: 28 julio 2005].

**Luna R. S., Barba A. A. y Romero A. J., 2004.** *Biotemas. Orquídeas: Germinación de Semillas*. UIBV, FES-Zaragoza, UNAM, México, 17 pp.





- Luneva N. N., Chukhina G. I. and Lebedeva G. E. 2000.** An information retrieval system for VIR's herbarium, St. Petersburg, Russia, as a tool for cultivated plant research. *Genetic Resources and Crop Evolution*. **47**: 147–152.
- Marques C. M.M., Roper J.J. and Baggio S. A. P., 2004.** Phenological patterns among plant life-forms in a subtropical forest in southern Brazil. *Plant Ecology*. **173 (2)**: 203–213.
- Martínez R. M. M., 1997** Fenología de especies herbáceas y arbustivas del parque ecológico de la Ciudad de México Ajusco-Medio D.F. Tesis de Martínez, Facultad de Ciencias, UNAM, México, 6-12 pp.
- Matallana G. A. y Montero C. J. I., 2001.** *Invernaderos: Diseño, construcción, y climatización*. 2ª Ed. Edición Mundi Prensa. Madrid, España, 209 pp.
- Maunder M., Higgens S. and Culham A., 2001 [a].** The Effectiveness of Botanic Garden Collections in Supporting Plant Conservation: A European Case Study. *Biodiversity and Conservation* **10**: 383–401.
- Maunder M., Lyte B., Dransfield J. y Baker W., 2001 [b].** The Conservation value of Botanic Garden palm Collections. *Botanical Conservation* **98**:259-271.
- McDonald E., 1999.** *All About Orchids*. Meredith Books. United States of America, 96 pp.
- McVaugh R., 1989.** *Orchidaceae. En: Flora Novo-Galiciana* Vol. 16. The University of Michigan Press.
- Medrano E., Lorenzo P., Sánchez G. M. C. and Montero J. I., 2005.** Evaluation and modelling of greenhouse cucumber-crop transpiration under high and low radiation conditions. *Scientia Horticulturae* **105**:163–175.
- Navarro L. E. R., Gil V. I., Cruz, S. P. E. y Bastida T. A., 2001.** *Botánica e Identificación de Orquídeas*. Serie AGRIBOT No. 6. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México, pp 2.
- Ng C. K. Y. and Hew C. S., 2000.** Orchid pseudobulbs - 'false' bulbs with a genuine importance in orchid growth and survival. *Scientia Horticulturae* **83**: 165-172.





**Nieder J., Prosper J. and Michaloud G., 2001.** Epiphytes and their contribution to canopy diversity. *Plant Ecology* **153**: 51–63.

**Nobile M., 1987.** You can grow orchids. 5a edic. The American Orchid Society. USA.

**NOM (Norma Oficial Mexicana), 2001.** NOM-059-ECOL-2001. Protección ambiental. Especies de orquídeas nativas de México. Categoría de riesgo y especificaciones para su inclusión o cambio. Publicado el 06 de marzo del 2006 en el Diario Oficial de la Federación.

**Ojeda B. W., 2004.** Programación del riego bajo condiciones de invernadero, en: *Curso Internacional de Invernaderos*. Tomo II. PUIMECI. Universidad Autónoma Chapingo, México, S-1 – S-71 pp.

**Orden S., Goldberg M., Quartino R., Mascarini L., Landini A., Malleville H. y Bottini L., 2000.** Estudio comparativo entre ensayos de exposición natural y envejecimiento acelerado de films de polietilenos para invernaderos. *Agric. Téc.* **60 (3)**: 295-304.

**Ortiz R. E. y Medina G. C., 2004.** Jardines Botánicos: Retrospectiva en México y lineamientos para su diseño. CIEP. Seminario de Área. UNAM, México, 1-14 pp.

**Parra T. V. and Vargas C. F., 2004.** Phenology and phenotypic selection on the Flowering Time of a Deceit-pollinated Tropical Orchid, *Myrmecophila christinae*. *Annals of Botany* **94 (2)**: 243-250.

**Peña M. y Chávez V., 1983.** La orquídea *Bletia urbana*. Dressler. En peligro de extinción. Gaceta UNAM. Órgano informativo de la UNAM 1(46): 7-11.

**Pedroso de Moraes, C., 2002.** Fenología e anatomia dos órgãos reprodutivos de *Catasetum fimbriatum* Lindley cultivados sobre diferentes intensidades luminosas. Tesis de Maestría. Área de Concentración, Fisiología y Bioquímica de Plantas. Universidad de San Paulo. Escuela Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, San Paulo, Brasil, 80 pp.

**Potter M., 2000.** Orchid culture for beginners. Part 5: Pests and diseases; preparation for display. *Orchid review* **108 (1235)**: 283-286.

**Price J. F., 2002.** Biological Control of Insects and Mites, en: *Orchids Pests and Diseases*. American Orchid Society. Florida USA, 22-25 pp.





- Ramírez J., 2005.** Orquídeas de México [en línea]. CONABIO. <<http://www.conabio.gob.mx/>> [Consulta: 01 julio 2005].
- Rasgado P., Pedroza E., Cuellar C., Hernández R., y Solano C., 1994.** Catálogo de jardines botánicos mexicanos y colecciones afines. Sedesol.
- Rasmussen H. N., 2002.** Recent developments in the study of orchid mycorrhiza. *Plant and Soil* **244**: 149–163.
- Rasmussen H. N. y Whigham D. F., 1998.** The underground phase: a special challenge in studies of terrestrial orchid populations. *Botanical Journal of the Linnean Society* **126**: 49–64.
- Rentoul J. N., 1989.** *Growing Orchids*. Vol. II. Lothian, Sydney Auckland, 30-33 pp.
- Riswan, Irawati and Sukendar; 1991.** Orchid conservation in Bogor botanic gardens and its associated gardens. Secretariat. Academic press.
- Rodríguez A. M., 1999.** Los jardines botánicos en México. Análisis y perspectivas, *Biodiversitas* año 5, Núm. 23.
- Romero T. R., Pérez T. E., Perea M. O. A., Jardón S. D. L., Luna R. B. S. y Barba A. A., 2004.** en Resumen del XIX Foro de Investigación en Salidas Terminales: “Orquídeas de la Zona de Influencia del Parque Nacional Iztapalapa Zoquiapan y Anexas”, *Tip Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas* **7 (2)**: 112.
- Sánchez S. L. M., 2006.** Visita a la Asociación Mexicana de Orquideología para revisión bibliográfica. AMO. [visita: 23 mar. 2006].
- Seals L. M., Fortsch P. D. and Hamilton S. L., 2005.** Growing orchids in the home. [on line]. Agricultural Extension Service, Department of ornamental horticulture and Landscape Design. University Tennessee, 1-12 pp. <<http://www.utextension.utk.edu/publications/pbfiles/PB1634.pdf>> [Consulta: 02 mar. 2006]
- Serres de France, R., 1997.** Normalización de Invernadero. *Plantaciones Modernas*, México.





**Schemske D. B., Husband M., Ruckel S. C., Goodwillie I., Parker E. I., y Bishop, 1994.** Evaluating approaches to the conservation of rare and endangered plants ecology. 75:584-604.

**Sheehan J. T., 2002.** Physiological disorders of orchids, en: *Orchids pests and diseases*. American Orchid Society. Florida USA, 4-21 pp.

**Simone G. W. y Burnett H. C., 2002.** Diseases caused by bacteria and fungi, en: *Orchids pests and diseases*. American Orchid Society. Florida USA, 50-73 pp.

**Soto M. A. y Hágsater E., 1990.** Proyecto de Conservación y Mejoramiento del ambiente (CyMA) en *Áreas Protegidas en México y especies en extinción*. Unidad de Investigación ICSE, ENEP Iztacala, UNAM, 1990.

**Soto M. A., Hágsater E. y Salazar G. A., 2001.** La conservación de las orquídeas de México. XV Congreso Mexicano de Botánica. Qro. Qro., México.

**Soto M. A., 1996.** México. Regional account. en IUCN/SSC orchid specialist group orchids status survey and conservation action plan, IUCN, 53-58 pp.

**Soule M., 1986.** *Conservation biology*. The science of scarcity and diversity. Sinauer Sunderland. Mass.

**Stern W. L. and Judd W. S., 2000.** Comparative anatomy and systematics of the orchid tribe Vanilleae excluding *Vanilla*. *Botanical Journal of the Linnean Society* **134**: 179–202.

**Stewart S. L. and Zettler L. W., 2002.** Symbiotic germination of three semi-aquatic rein orchids (*Habenaria repens*, *H. quinquiseta*, *H. macroceratitis*) from Florida. *Aquatic Botany* **72**: 25–35.

**Su V., Ban D. H., y Wen. H. C., 2001.** “The photosynthetic activities of bare rooted *Phalaenopsis* during storage” *Scientia Horticulturae* **87**: 311-318.

**Sugiura N., Fujie T., Inoue K. y Kitamura K., 2001.** Flowering phenology, pollination and fruit set of *Cypripedium macranthos* var. *Rebunense*, a Threatened Lady's Slipper. *Journal of Plant Research* **114 (2)**: 171 – 178.

**Tatarenko V. I. and Kondo K., 2003.** Seasonal development of annual shoots in some terrestrial orchids from Russia and Japan. *Plant Species Biology* **18**: 43–55.





**Terrazas A. T., 1994.** en *La documentación y el registro en los jardines botánicos*. Publicación Especial, No. 2. Asociación Mexicana de Jardines Botánicos. UNAM, México.

**Terrazas A. T. 1995.** Conservación de plantas en peligro de extinción. Diferentes enfoques. Instituto de biología. UNAM, México.

**Thomas P. A., 2005.** "Growing Orchids" [on line]. *Horticulture Fact Sheet*. Extension Horticulturist-Floriculture. The University of Georgia College of Agricultural & Environmental Sciences Cooperative Extension Service. <<http://pubs.caes.uga.edu/caespubs/horticulture/orchids.html/>>. [Consultation: 01 jul. 2005].

**Tsavkelova E.A., Cherdyntseva T.A. and Netrusov A.I., 2004.** Bacteria Associated with the Roots of Epiphytic Orchids. *Microbiology* **73 (6)**: 710-715.

**Vigouroux R., 1998.** Crianza de Plántulas en Invernadero. Memorias del VI Ciclo de Conferencias sobre producción en Invernadero. II Congreso Iberoamericano de plásticos en la agricultura, Guadalajara, México.

**Whitlow C. E., 2005.** Cypripediums and other terrestrials. [on line]. University of Waterloo, Canadá. <<http://retirees.uwaterloo.ca/~jerry/orchids/culture/cypripedium.html>>[Consultation: 23 jan. 2006].

**Wiard L. A., 1987.** An Introduction to the Orchids of México. Comstock Publishing Associates a Division of Cornell University Press. Ithaca and London, U.S.A.

**Yoder J. A., Zettler L. W. and Stewart S. L., 2000.** Water requirements of terrestrial and epiphytic orchid seeds and seedlings, and evidence for water uptake by means of mycotrophy. *Plant Science* **156**: 145–150.

**Zettler, L. W., Sharma J. y Rasmussen F. N., 2003.** Micorrizal diversity. En Dixo K. W., Keel S. P., Barret R. L. y Cribb P. J. (eds.) *Orchid Conservation*, pp. 205-226. Natural History Publications (Borneo), Kota Kinabalu.

**Zotz G., 1999.** What are backshoots good for? Seasonal changes in mineral, carbohydrate and water content of different organs of the epiphytic orchid, *Dimerandra emarginata*. *Annals of Botany*. **84**: 791-798.

