



Universidad  
Rafael Landívar  
Tradición Jesuita en Guatemala

**VRIP**

VICERRECTORÍA DE  
INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN  
UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

**iarna**

INSTITUTO DE INVESTIGACIÓN EN  
CIENCIAS NATURALES Y TECNOLOGÍA



# Manual de procedimientos para el cultivo de orquídeas en el invernadero de la investigación

«Conservación de  
orquídeas de  
Guatemala»

Guatemala, noviembre de 2022



## **Autoridades institucionales**

P. Miquel Cortés Bofill, S. J.  
Rector

Dra. Martha Pérez de Chen  
Vicerrectora académica

Dr. Juventino Gálvez Ruano  
Vicerrector de investigación y proyección

P. José Antonio Rubio Aguilar, S. J.  
Vicerrector de integración universitaria

Mgtr. Silvana Guisela Zimeri  
Vicerrectora administrativa y financiera

Dr. Larry Andrade-Abularach  
Secretario general

Dr. Daniel Alfredo Pinillos Cifuentes  
Director del Instituto de Investigación en Ciencia y Tecnología (Iarna)

Dr. Pedro Arnulfo Pineda Cotzojay  
Coordinador del Departamento de Ciencias Ambientales

## **Créditos del documento:**

Autor: Erwin Estuardo Archila Morales y María Mercedes  
López-Selva

Revisión de textos: Lorena Estrada

Ilustraciones y fotografías: Iarna, Sara Orozco

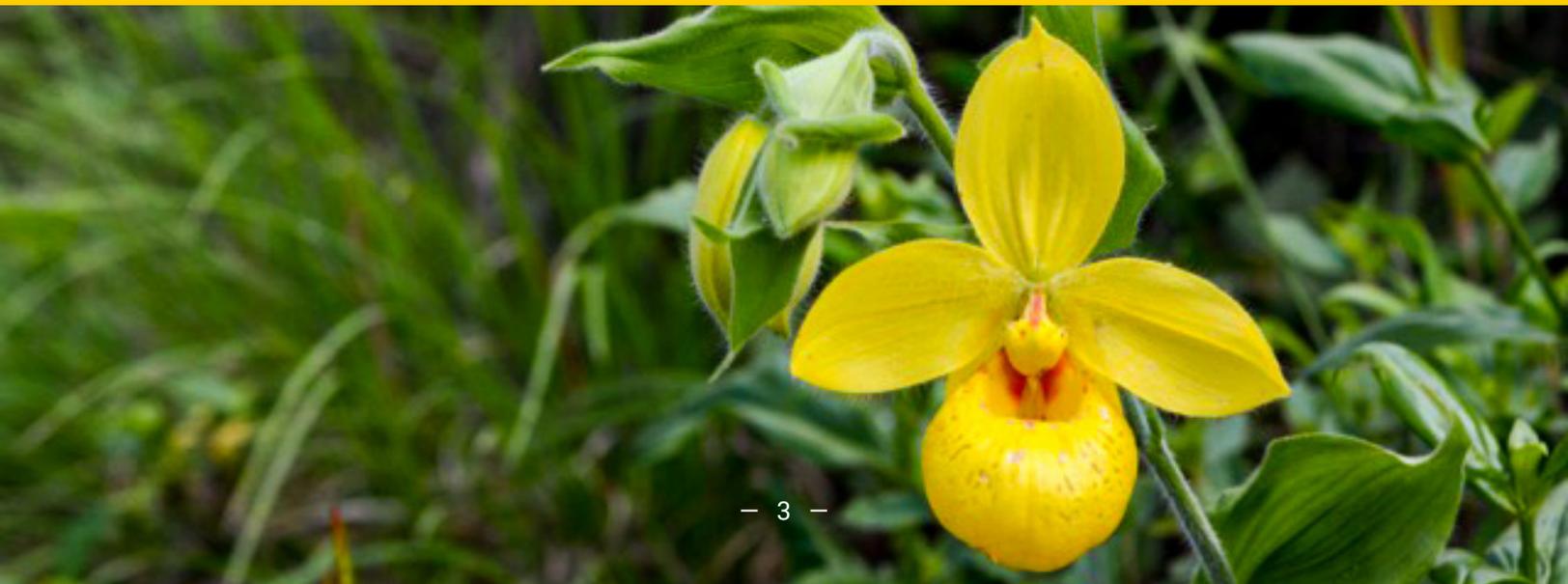
Edición: Cecilia Cleaves

Diagramación: William González



## Tabla de contenido

Presentación	5
Resumen	6
Introducción	7
1. El invernadero	8
1.1 Mantenimiento del invernadero	10
1.2 Mantenimiento del sistema de riego	10
2. Procedimientos de selección y trasplante	10
2.1 Sustratos para siembra	11
2.2 Tipos de siembra	12
3. Programa de riego	12
4. Programas para el control de enfermedades o plagas y nutrición	13
4.1 Control de plagas y enfermedades	13
4.2 Nutrición	15
Referencias	17





## Listado de siglas y abreviaturas

°C	Grados centígrados
cc	Centímetro cúbico
cm	Centímetros
gr	Gramos
Iarna	Instituto de Investigaciones en Ciencias Naturales y Tecnología
L	Litro
M&S	murashige&skoog
ppm	Partes por millón
URL	Universidad Rafael Landívar



## Presentación

La Universidad Rafael Landívar (URL), a través del Instituto de Investigación en Ciencias Naturales y Tecnología (Iarna) de la Vicerrectoría de Investigación (VRIP), desarrolla desde el año 2013 la línea de investigación «Conservación y restauración», dentro del campo «Estado y tendencias de la biodiversidad» del programa «Ecología integral en Mesoamérica», la cual contribuye a aumentar el conocimiento sobre la familia botánica más diversa y amenazada del país: Orchidaceae, que incluye a las más de 1000 especies de orquídeas que se distribuyen naturalmente en territorio guatemalteco.

La acelerada desaparición y degradación de los ecosistemas naturales, en conjunto con la depredación de plantas que alimentan el mercado ilegal, son las principales causas por las que se están reduciendo las poblaciones de estas especies en la naturaleza. La investigación «Conservación de orquídeas amenazadas de Guatemala» surgió como la respuesta del Iarna a la inminente extinción de las especies de esta familia, y a la fecha aporta conocimiento relativo a los más eficientes protocolos para el cultivo asistido de los materiales botánicos que aún se encuentran en la naturaleza y en colecciones privadas, para con ello promover la propagación y reintroducción de plantas a espacios protegidos.

Al mismo tiempo, la investigación ofrece formación a estudiantes y personas interesadas en el cultivo de orquídeas mediante prácticas diseñadas para trasladar el conocimiento relativo a las mejores prácticas de cultivo de estas delicadas especies.

Este manual se presenta como parte de los materiales que acompañan a la investigación, y se ofrece como un aporte de acceso libre al público interesado en conservar las orquídeas mediante la propagación asistida.



## Resumen

La investigación «Conservación de Orquídeas Amenazadas de Guatemala» constituye un aporte de la URL a la generación de conocimiento que contribuya a prevenir la extinción de las más de mil especies de orquídeas que se distribuyen naturalmente en el país. Uno de los componentes de esta investigación comprende la experimentación y práctica del cultivo *in vitro* de plantas que posteriormente se aclimatan en un invernadero, previo a exponerlas a ecosistemas naturales o a espacios en exteriores con fines educativos.

Este documento describe los cuidados que se proporcionan en un invernadero para obtener plantas robustas que sobrevivan en ambientes naturales, mediante el control de las condiciones de humedad,

temperatura y exposición, así como de la aplicación de productos que faciliten la nutrición de las plantas y que controlen la ocasional invasión de plagas.

El tiempo que se requiere para este proceso de endurecimiento varía de acuerdo con la especie con la que se trabaje; sin embargo, puede reducirse si se procuran las condiciones adecuadas para que las estructuras vegetativas que no maduraron durante el cultivo *in vitro* completen el proceso natural de desarrollo. Las recomendaciones relacionadas al mantenimiento de invernadero, la selección de plantas para aclimatar, los programas de riego y el control de plagas y fertilización que se abordan en este manual están diseñadas para reducir el tiempo y mejorar los resultados de la aclimatación.



## Introducción

En el contexto de la investigación «Conservación de Orquídeas Amenazadas de Guatemala», el invernadero constituye el espacio físico con condiciones de humedad, temperatura y exposición controladas en donde continúa el desarrollo de las plantas, luego de haber sido germinadas a partir de condiciones *in vitro* que se procuran con el equipo instalado en el Laboratorio de Biotecnología del campus central de la URL.

Debido a que las plantas que provienen del cultivo *in vitro* tienen características diferentes a las que poseen las plantas desarrolladas por medio de un cultivo tradicional, es necesario crear ciertas condiciones que permitan completar el desarrollo de estructuras que son necesarias para que las

plantas sobrevivan en espacios naturales. A este proceso se le conoce como «endurecimiento» de las plantas, y comprende el manejo de temperatura, humedad y contacto con organismos para favorecer a la planta, y permitirle fortalecer principalmente el sistema radicular y el sistema de intercambio de gases que serán determinantes para su sobrevivencia.

Este manual brinda la información necesaria para optimizar el manejo del cultivo de orquídeas que han sido trasladadas desde condiciones *in vitro* e incluye detalles sobre cada aspecto que debe controlarse en relación con el traslado hacia sustratos apropiados, la humedad, la nutrición y el control de plagas dentro de un invernadero.





## 1. El invernadero

Un invernadero es un espacio delimitado y cubierto por material de tela agrícola liviana que controla el flujo del aire y el ingreso de los rayos del sol, al mismo tiempo que previene el ingreso de insectos y pequeños mamíferos, reptiles y aves que puedan ocasionar cambios y daños en los cultivos.

Las plantas en su entorno natural están expuestas a muchos factores que las favorecen y también a algunos que les causan daños y dificultades. Cada etapa de desarrollo, desde la germinación de una semilla hasta la floración, se presenta con un conjunto de retos que las plantas deben superar y únicamente las más fuertes son capaces de alcanzar la etapa de floración para heredar su material genético a una siguiente generación. Esta siguiente generación afrontará los mismos retos

y, en muchos casos, algunos serán mucho más severos debido al cambio climático que aqueja al planeta como resultado del incremento de gases de efecto invernadero que ocasiona la actividad humana.

Las plantas provenientes del cultivo *in vitro* han germinado y culminado su primera etapa de desarrollo en condiciones artificiales, es decir, en un laboratorio en donde se les ha provisto de medios semi-sólidos con alta humedad, alto contenido de nutrientes, ausencia de microorganismos y exposición continua a extensos períodos de luz. Debido a estas condiciones, algunos de sus órganos necesitan exposición paulatina a condiciones naturales y menos favorecedoras, que promoverán el necesario fortalecimiento para su adecuado funcionamiento en el medio natural.

Fotografía 1. Vista exterior del invernadero



Crédito fotográfico: Sara Orozco



El invernadero es el espacio físico en donde se aclimata lentamente a las plantas con el objetivo de lograr la máxima sobrevivencia posible una vez las plantas salgan al medio natural. Para la correcta aclimatación de orquídeas provenientes de cultivo *in vitro* el espacio del invernadero se delimita por tela agrícola anti-áfidos, la cual permite el paso del aire y filtra los rayos del sol.

El techo se forra con una tela de sarán que proporciona del 60 %-90 % de sombra. En la parte

superior se encuentra el sistema de riego con aspersores de gota muy fina o de neblina. La entrada está delimitada por dos puertas que permiten la separación entre el espacio exterior y el interior, con un pequeño espacio intermedio que sirve como barrera para evitar el ingreso de plagas y en donde se ubica un pediluvio. La parte interna del espacio tiene mesas o camas elevadas hasta una altura de aproximadamente un metro, en donde se colocan las macetas (fotografías 1 y 2).

Fotografía 2. Vista interior del invernadero



Crédito fotográfico: archivo institucional del IARNA



## 1.1 Mantenimiento del invernadero

Con la finalidad de que el espacio rinda los mejores resultados, es indispensable seguir las siguientes recomendaciones:

- Se debe mantener constante control y eliminar hierbas o plantas no deseadas que se desarrollen dentro del invernadero y en los alrededores, para así evitar potenciales hospederos alternos de plagas y enfermedades que afecten a las orquídeas.
- El suelo del invernadero debe lavarse periódicamente para evitar la acumulación de algas verdes; esta práctica mantiene el espacio libre de plagas que se desarrollan junto con las algas y que afectan a las orquídeas. Realice esta limpieza cada 3 meses durante la temporada lluviosa y una vez durante la temporada seca.
- La malla anti-áfidos debe de lavarse periódicamente para evitar la acumulación de polvo que obstruya los espacios diminutos y disminuya la ventilación. Mantener la ventilación apropiada favorece el desarrollo de las orquídeas y evita la propagación de hongos y bacterias que afecten al cultivo. Realice esta práctica cada 6 meses.

## 1.2 Mantenimiento del sistema de riego

Para mantener en óptimas condiciones el estado del sistema de riego instalado en el invernadero, se hacen las siguientes recomendaciones:

- Cada 6 meses se colocan los aspersores en una solución al 25 % de vinagre con agua caliente por una o dos horas y luego con un cepillo plástico pequeño se elimina el exceso de sarro en los mismos.
- Mediante un inyector tipo venturi, como sifones o dosatrones, se puede agregar algún producto que reduzca la dureza del agua. Esto minimiza el

mantenimiento y hace más eficiente la aplicación y aprovechamiento de productos por parte de las plantas.

## 2. Procedimientos de selección y trasplante

La adaptación de las plantas que provienen del cultivo *in vitro* depende, en gran medida, del control de las condiciones a las que se les expondrá en los pasos posteriores a su extracción de los sustratos semi-sólidos y húmedos característicos de este tipo de cultivo. El siguiente procedimiento describe cómo hacer la selección de plantas que se desarrollaron *in vitro* y que saldrán a la aclimatación en el invernadero.

En la cámara de flujo laminar, se destapan los viales de cultivo, y se seleccionan y separan plantas que tengan  $\geq 5$  cm de longitud, con al menos 3 raíces de 2.5 + cm de longitud. Estas plantas se extraen del medio semi-sólido y con cuidado se pasan por debajo de un chorro de agua con presión moderada para extraer todo el remanente del medio de base agar. Cuando ya están limpias, se dejan secar en una toalla de papel para luego colocarlas en un recipiente limpio y trasladarlas al invernadero. Las plantas que no cumplen con el criterio de selección se vuelven a sembrar en medio de cultivo M&S.

Se etiqueta cuidadosamente cada frasco o vial en el que se transporten las plantas para no confundir especies. Se ingresan los datos de especie, cantidad de plantas y fecha de extracción en su base de datos.

En el invernadero, se sumergen las plantas durante 15 minutos en solución TRI HB 10cc/L para prevenir contaminación por hongos en el sistema radicular. Luego, las plantas se siembran en macetas comunales utilizando los sustratos que se detallan bajo el inciso correspondiente de este documento. Durante las primeras tres semanas, dichas macetas se colocan bajo un túnel de PVC y agribon<sup>1</sup> (fotografía 3).

<sup>1</sup> Doble tubo de PVC que se amarra a la cama con cinchos para electricidad para forrar con agribon.



Fotografía 3. Arcos de PVC y agribon para plantas de primer ingreso



Crédito fotográfico: Archila, E.

## 2.1 Sustratos para siembra

Se selecciona el sustrato para la siembra según la distribución natural de la especie. Si se desconoce la distribución, se utilizan las características de las hojas para determinar el tipo de sustrato necesario. Las hojas cerosas son propias de orquídeas con distribución en ecosistemas secos; las hojas muy delgadas requieren sustratos que correspondan a la distribución de bosques húmedos.

Especies de bosque húmedo: se mezclan dos partes de granza por una de turba (peat moss o Sphagnum). A los dos meses se sustituye el sustrato por mezcla

de piedra pómez, corteza de pino y carbón. Se cambian de maceta comunal a maceta individual.

Especies de bosque seco: se mezclan tres partes de granza por una de turba (peat moss o Sphagnum). A los dos meses se sustituye el sustrato por mezcla de piedra pómez, corteza de pino y carbón, y se siembran en maceta individual.

Al hacer las siembras individuales se inician las fertilizaciones vía foliar con productos que mejoren la nutrición y favorezcan el desarrollo. Se cambian sustratos cada 10-12 meses.

## 2.2 Tipos de siembra

El tipo de siembra a implementar varía de acuerdo con la etapa de desarrollo de la planta. Para plantas recién salidas del cultivo *in vitro* se utilizan macetas en donde se hacen siembras comunales (fotografía

4) y se siembran de 5 a más plantas por cada una. En las subsecuentes etapas de desarrollo se modifican las siembras a una planta por maceta para ofrecer el espacio adecuado que necesita la planta.

Fotografía 4. Ejemplo de siembras comunales



Crédito fotográfico: archivo institucional del Iarna

## 3. Programa de riego

La humedad es uno de los factores determinantes en la supervivencia y desarrollo de las plantas; por lo tanto, el riego debe administrarse cuidadosamente para lograr que las diferentes especies de orquídeas reciban la cantidad de agua adecuada según sus requerimientos.

El riego debe cumplir con dos objetivos dentro del invernadero:

- a) controlar la temperatura y
- b) proveer la humedad adecuada al ambiente y al sustrato.



Una cantidad deficiente de agua dará como resultado sustratos secos y el desarrollo de la planta se estancará; por el contrario, el exceso de agua provocará crecimiento de algas en los sustratos y estas crearán una capa sólida que evitará que la planta reciba la cantidad de agua requerida. Ambos extremos deben evitarse.

Es fundamental tener en cuenta las condiciones del ambiente para definir el riego necesario durante la semana. Por lo general, y para lograr el mantenimiento adecuado de la mayoría de especies de orquídeas a una temperatura ambiente de alrededor de 24° C, es suficiente proveer 5 minutos de riego dos días a la semana; no obstante, si las condiciones del ambiente son más altas será necesario controlar la temperatura mediante riegos cortos de 1 minuto a las horas más calurosas del día.

En cuanto a los requerimientos de humedad, refiérase a Ames & Correll (1985) o a las descripciones del Catálogo de Orquídeas en línea de la Universidad Rafael Landívar (<http://www.infoiarna.org.gt/orquideario-landivariano/orquideario/catalogo-de-orquideas/>) para ajustar el riego según la humedad del hábitat de la especie. Por ejemplo, si está trabajando con el género *Lycaste*, incremente la cantidad de humedad o agregue más materia orgánica a la mezcla del sustrato para que tenga mayor retención.

Al introducir cambios en los patrones de riego, se debe observar cada día por espacio de una semana la respuesta de las plantas. Asimismo, la siguiente semana deben hacerse observaciones cada dos días, con la finalidad de determinar los ajustes necesarios según los requerimientos.

## 4. Programas para el control de enfermedades o plagas y nutrición

### 4.1 Control de plagas y enfermedades

La proliferación de plagas y enfermedades se evita mediante un monitoreo semanal que incluya revisiones por muestreo o, de ser posible, revisiones en la totalidad de las plantas. Si se decide hacer el monitoreo por muestreo, es necesario asegurar que cada semana se revisan muestras de diferentes especies para abarcar todo el inventario por lo menos una vez cada mes.

El mejor escenario relacionado al control de enfermedades es realizar aplicaciones preventivas de compuestos que permitan evitar plagas que puedan provocar daños significativos. Sin embargo, este tipo de control resulta más costoso y muchas veces es innecesario. Otro manejo alternativo y menos costoso incluye hacer aplicaciones directas en espacios con plagas, únicamente cuando estas sean verificadas durante los recorridos de monitoreo.

El cuadro 1 muestra un ejemplo de la hoja de datos que debe llenarse en cada monitoreo de observación. Es conveniente tabular estos datos en una hoja *Excel* para producir un reporte semestral de plagas y observar con qué periodicidad aparecen. Si esta periodicidad es regular, es conveniente hacer aplicaciones preventivas.





## 1. Modelo de registro de monitoreo semanal

Fecha	Ubicación/especie de orquídea	Plaga/enfermedad	Nivel de afección (alto, medio, bajo)	Observaciones

Fuente: elaboración propia

Dependiendo del tipo de plaga que se observe, se elige entre los productos que presenta el cuadro 2 y se realizan aplicaciones semanales hasta que se observe mejoría/desaparición de síntomas o de insectos visibles. La frecuencia de aplicación mensual que se recomienda en el cuadro es la apropiada para el mantenimiento después de una

infestación severa.

En caso de una invasión severa de plagas, se recomienda hacer dos aplicaciones por semana con un espacio de 4 días entre cada producto.

Cuadro 2. Listado de productos disponibles en el invernadero, función y dosis de aplicación

Producto	Ingredientes	Acción	Presentación	Dosis en centímetros cúbicos (CC) o gramos por bomba de 16 litros	Dosis (cc por litro)	Observaciones	Frecuencia
Metaveria Plus 40 SC	<i>Metarhizium Beauveria</i> <i>Lecanicillium</i> , <i>Paenibacillus</i> <i>Bacillus</i>	Insecticida	Líquido	75	5	Foliar	Mensual
TRI HB	<i>Trichoderma harzianum</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Streptomyces lydicus</i>	Fungicida Bactericida	Líquido	75	5	Vertir al sustrato o Foliar	Mensual
Royano	<i>Bacillus</i> <i>Lecanicillium</i>	Fungicida	Líquido	75	5		Mensual

Fuente: elaboración propia



## 4.2 Nutrición

La aplicación de productos nutricionales que contribuyan al desarrollo de las plantas debe hacerse mensualmente. A continuación, se presenta

el cuadro 3 con los productos seleccionados para el manejo nutricional biológico.

Cuadro 3. Listado de productos de nutrición disponibles en el invernadero

Producto	Ingredientes	Acción	Presentación	Dosis en centímetros cúbicos (CC) o gramos por bomba de 16 litros	Dosis (cc por litro)	Observaciones	Frecuencia
Rhyzol	<i>Glomus intraradices</i> <i>Glomus clarum</i> <i>Gigaspora margarita</i> <i>Rhizopogon fulvigleba</i> <i>Rhizobium leguminosarum</i>	Bioestimulador radicular	Suspensión concentrada	40	3	Vertir al sustrato	Mensual
iQ Forte	Oligopéptidos Aminoácidos libres Proteínas	Bioestimulante		25	2	Foliar	Mensual
Bonasol	<i>Azospirillum brasilense</i> <i>Azotobacter vinelandii</i> <i>Bacillus subtilis</i> <i>Pseudomonas fluorescens</i> <i>Pseudomonas putida</i> <i>Gluconacetobacter diazotrophicus</i>	Biofertilizante		50	3	Foliar	Mensual
Valtan	Algas ( <i>Ecklonia maxima</i> ) Auxinas y citoquininas	Bioestimulador radicular		75	5	Foliar	Mensual

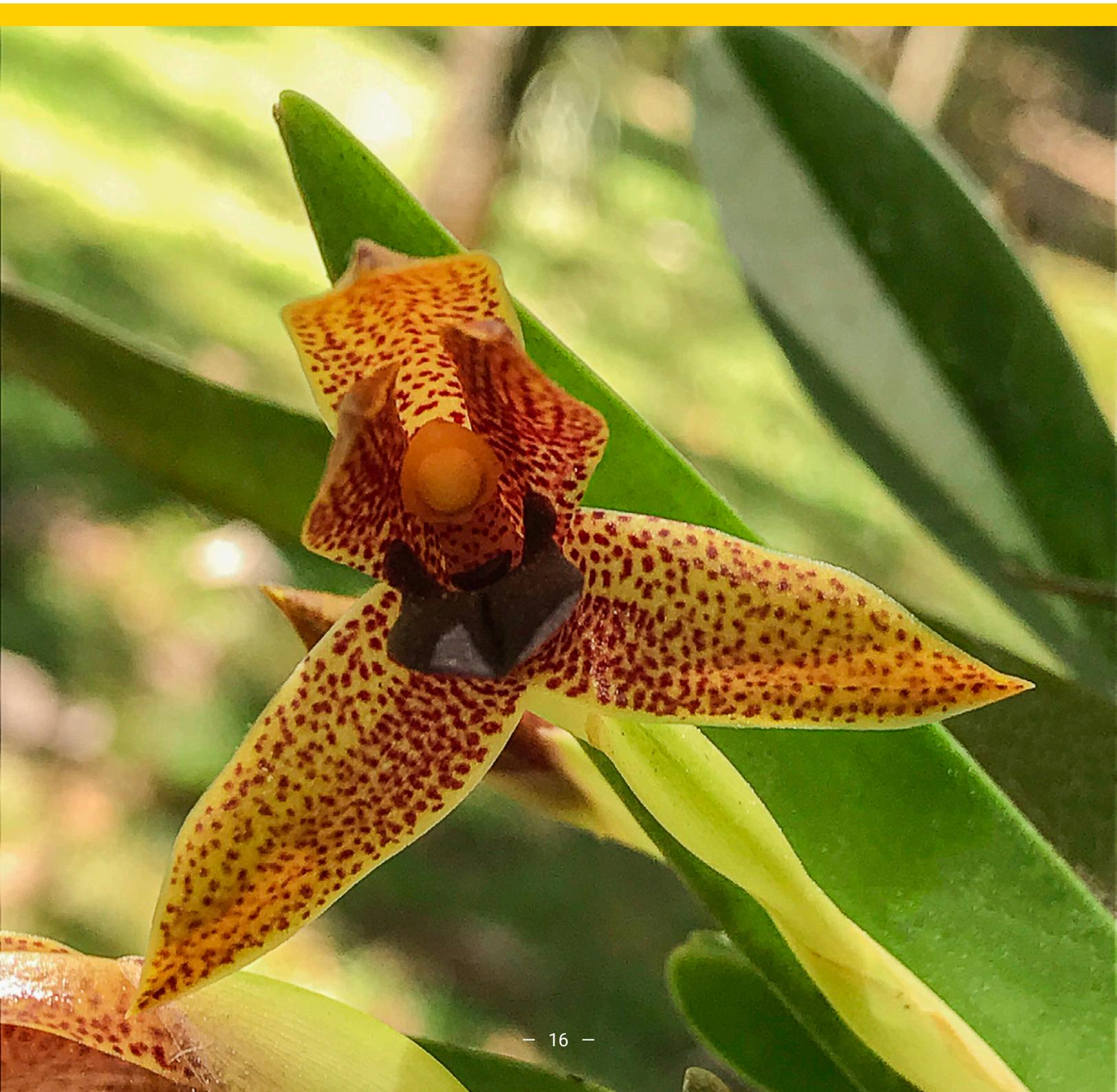
Fuente: elaboración propia



Antes de preparar las mezclas y/o productos a aplicar, asegúrese de que el pH esté entre 5.5 y 7.5. También es conveniente medir la dureza del agua, la que no debe superar las 200 ppm.

Se recomienda almacenar los productos en un lugar oscuro y fresco porque la luz del sol y las altas temperaturas pueden neutralizar sus efectos.

Los procedimientos descritos para el invernadero son adecuados para el cuidado de la siguiente fase en el orquideario, a excepción de la aplicación de insecticidas biológicos, los cuales deben coordinarse en horarios en los cuales no se vean afectados los insectos polinizadores, o bien considerar la utilización de depredadores naturales al momento de identificar alguna plaga de importancia.





## Referencias

Instituto de Agricultura Recursos Naturales y Ambiente. (2013). *Programa de Investigación: Biotecnología* (Serie documentos de trabajo 01/2013). Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente. (2018) *Protocolo para el cultivo in vitro de orquídeas con distribución en Guatemala* (Serie folletos formativos 02/2018). Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

López-Selva, M. (2016). *Orquídeas de Guatemala*. Revista Eutopía Año 1 Número 2 julio-diciembre 2015. Pp 205-2016. Guatemala: URL

