



UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

“CULTIVO DE SEUDOBULBOS DE LA ORQUÍDEA EN RIESGO *Laelia speciosa* (HBK) Schltr (ORCHIDACEAE) COMO MEDIDA PARA SU CONSERVACIÓN *ex situ*”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(**ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN**)

P R E S E N T A

MARÍA CELINA LEMUS HERRERA

DIRECTOR(A) DE TESIS:
DOCTORA EN CIENCIAS BIOMÉDICAS
IRENE ÁVILA DÍAZ

CO-DIRECTOR:
DOCTOREN CIENCIAS BIOLÓGICAS
HORACIO PAZHERNÁNDEZ

MORELIA, MICHOACÁN

AGOSTO 2013





UNIVERSIDAD MICHOACANA DE SAN NICOLÁS DE HIDALGO

**PROGRAMA INSTITUCIONAL DE MAESTRÍA EN CIENCIAS
BIOLÓGICAS**

“CULTIVO DE SEUDOBULBOS DE LA ORQUÍDEA EN RIESGO *Laelia speciosa* (HBK) Schltr (ORCHIDACEAE) COMO MEDIDA PARA SU CONSERVACIÓN *ex situ*”

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE
MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS
(ECOLOGÍA Y CONSERVACIÓN)

P R E S E N T A

MARÍA CELINA LEMUS HERRERA

DIRECTOR(A) DE TESIS: DRA. IRENE ÁVILA DÍAZ

CO-DIRECTOR: DR. HORACIO PAZ HERNÁNDEZ

MORELIA, MICHOACÁN

AGOSTO 2013



DEDICATORIA

A las personas que más amo en esta vida

A mi esposo Orlando Gutiérrez Morales

A mis padres: El Sr. Raúl Lemus Alonso

La Sra. Ma. De la Salud Herrera Espino

Y a mi único hermano Antonio Lemus Herrera

Por el apoyo, el estímulo y el amor incondicional brindado en esta etapa de mi vida

AGRADECIMIENTOS

A CONACYT por la beca otorgada durante la maestría estos dos años.

A la Coordinación Científica de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, quien proporcionó los recursos económicos para el desarrollo del estudio. A través del proyecto “Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (HBK) Schltr”.

Al Programa Institucional “Maestría en Ciencias Biológicas” de la Facultad de Biología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

Al Coordinador General del Programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas de la UMSNH, el Dr. Héctor Eduardo Martínez Flores.

Al CIEco Centro de Investigaciones en Ecosistemas de la (UNAM), por brindarme un espacio en sus instalaciones y facilitarme las herramientas necesarias (vehículo para las salidas a campo y la casa sombra para el cultivo de *Laelia speciosa*, etc.) durante la realización de esta tesis.

Al Sr. Francisco, por facilitarme el predio para el experimento.

AGRADECIMIENTOS

A los directores de esta tesis:

Quiero agradecer especialmente a las personas que me asesoraron y guiaron en este proyecto y durante la formación de la maestría. Gracias por todo el apoyo logístico y económico proporcionado durante la realización de este estudio.

A la **Dra. Irene Ávila Díaz**, por todo el conocimiento transmitido durante estos dos años sobre la biología y el cultivo de las orquídeas, por su valiosa orientación y paciencia en el desarrollo y escritura de esta tesis. Agradezco las charlas amenas y el haberme motivado a estudiar el apasionante mundo de estas plantas tan hermosas como son las orquídeas.

Al **Dr. Horacio Paz Hernández** que ha sido durante estos dos años un guía y un gran amigo que me ayudó con el desarrollo y el análisis de datos de la tesis. Su visión ha sido una parte fundamental para el entendimiento de los datos.

A mi comité tutorial conformado por el Dr. Philippe Lobit, Dr. Diego Pérez Salicrup, Dr. Javier Salgado Ortiz, Dr. Horacio Paz Hernández y la Dra. Irene Ávila Díaz. Gracias por regalarme minutos de su valioso tiempo y la atención prestada en los exámenes tutoriales. Por las sugerencias, las recomendaciones e ideas que aportaron para el mejoramiento de esta tesis.

Al personal del posgrado Dr. Juan Manuel Ortega, Liliana Cerritos Barriga y Ana que me facilitaron mucha de la información y agilizaron muchos de los trámites engorrosos.

Agradezco también a los profesores el Dr. Javier Ponce Saavedra, Dr. Philippe Lobit, Dr. Javier Salgado Ortiz, Dra. Irene Ávila Díaz, Dra. Yvonne Herreras Diego y Dr. Rafael Salgado-García por compartir sus conocimientos, preguntas, ideas e inquietudes de investigación.

A todas las personas que me apoyaron en las salidas de campo. Gracias por su amistad, bromas, ya que sin su ayuda me hubiera sido difícil continuar con el experimento. Gracias por preparar a los árboles, medir y cortar los segmentos de plantas para ser cultivados,

Gracias Vero, Bambi, Grecia y compañía, Alejandro, rojo, Pauloc, Madelon, Ilimando, Franceli, Mayra, Felipe, Israel, Pablo, Tania, Jezabel, Jesús, Miguel y no podría faltar mi hermano toño y mi esposo Orlando. Que además del esfuerzo para trepar a los árboles teníamos que subir al cerro, pero finalmente todos terminamos muy esbeltos.

En la casa sombra también se requería de trasplantar las orquídeas, regar, abonar y de hacer mediciones bimestrales durante todo un año, gracias Vero, Rojo, hermano, esposo, Milena por su ayuda.

A los compañeros del laboratorio Ecología funcional y restauración de bosques Fernando mejor conocido como el “rojo”, Milena, Jesús y Luisa por el apoyo y amenas charlas en el laboratorio. Rojo muchas gracias por esclarecer mis dudas y por tu apoyo incondicional. Milena gracias por ayudarme con la elaboración del mapa de estudio. A Susana Maza por revisar amablemente esta tesis, por su opinión y sugerencias para mejorar la escritura.

Quiero agradecer a mi hermano Antonio por su ayuda incondicional en campo y en el invernadero. Gracias por ayudarme a lavar las fibras, trasplantar, medir y acompañarme incluso hasta los domingos. Solo tú sabes cómo te organizaste para no faltar a la escuela.

A la persona que forma parte de mi vida presente, mi esposo Orlando. Gracias por tu amor, paciencia y desvelos en todo este tiempo de la maestría. Por tu ayuda incondicional en el campo y en el invernadero. Recuerdo las desmañadas que te di para que me hicieras el lunch, esas ricas tortas para todo el equipo. Gracias por ayudarme esos días calurosos, lluviosos que estábamos todo el día en el invernadero tratando de terminar pronto. Tu apoyo fue fundamental para poder terminar este estudio porque estabas ahí para apoyarme y apapacharme cuando me desanimaba o me estresaba “TE AMO”. Me pregunto cómo le hiciste para que no te corrieran de tu trabajo.

A mi tío Juaquis y a mi tía Lupe que me prestaron el carro y fueron a recoger la fibra de coco a Uruapan, quienes además fueron un pilar muy importante en mi formación. Gracias Ale, Giovani, Karely por ayudarme hacer todas las etiquetas para las plantas.

También, fue fundamental el apoyo de mis padres el Sr Raúl Lemus, Ma. De la Salud Herrera, de mis suegros el Sr. Jesús Gutiérrez y la Sra. Sabina Morales. Agradezco a mis

amigos Nubia, América, Israel, Azucena, América, Vero, Felipe por esos ánimos que me daban cuando me sentía muy presionada. Sus apapachos y buenas vibras funcionaban.

Y principalmente a ti, por leer esta tesis quien exhorto a conocer una pequeña parte del complejo mundo de las orquídeas.



¡Pobres Orquídeas!

Además de “silvestres” ... Ilegales

**María Celina Lemus Herrera,
Horacio Paz Hernández
e Irene Ávila Díaz**
Facultad de Biología y CIECO

La familia de las orquídeas es un grupo muy diverso; Se estima que hay 25 mil especies en todo el mundo y en México existen alrededor de 1,300, de las cuales 444 son exclusivas de nuestro país. Las actividades humanas están afectando gravemente a las orquídeas. Dentro de las principales actividades están la destrucción y reducción de su hábitat y la extracción de orquídeas silvestres, lo cual ha reducido el tamaño de las poblaciones e incluso, desaparecido muchas especies en los bosques de nuestro país, esto a pesar de que la colecta y venta de orquídeas silvestres está prohibida por la Ley de conservación de la vida silvestre.

Un ejemplo es el caso de la orquídea Flor de mayo, flor de corpus o flor de corpo que florece de abril a junio y es considerada una de las más llamativas y hermosas de México. Esta especie se encuentra únicamente en nuestro país distribuyéndose en la Sierra Madre Oriental, Sierra Madre Occidental y Eje Volcánico Transversal.

Estas plantas se venden como flores de ornato y su venta en nuestro Estado es alta. Sólo para el 2002, investigadores de la UMSNH estimaron una extracción anual de 6 mil orquídeas que se vendieron de manera ilegal. En 2011 y también en 2012 se cree que se sobrepasó tal cantidad, sólo con las ventas en la ciudad de Morelia, donde se venden en los cruceros, puentes, mercados, tianguis y plazas públicas a plena luz del día.

La forma de extracción y venta de las plantas ha cambiado recientemente, empeorando el daño a las poblaciones naturales, ya que antes se extraían sólo segmentos pequeños y más recientemente, se hace hasta plantas completas y en ocasiones con la rama del árbol donde posa.

Trabajos previos de investigación han demostrado que las poblaciones de *Laelia speciosa* sujetas a extracción se encuentran declinando y si se sigue con esta práctica, se extinguirán localmente en un futuro próximo. Es indispensable, por tanto, frenar esta extracción desmesurada, así como también manejar adecuadamente el hábitat de esta especie, procurando su conservación.

Investigadores de la UMSNH y de la UNAM han llevado a cabo diversos trabajos sobre esta especie y las condiciones óptimas para favorecer su cultivo a largo plazo, ya que es común que estas plantas vayan a parar a la basura por la falta de conocimiento del mismo. El desarrollo de técnicas de cultivo puede ayudar a evitar que se adquieran plantas extraídas del campo, reduciendo la presión sobre las poblaciones.

Estas orquídeas, como muchas otras, son plantas de lento crecimiento ya que tardan de 8 a 16 años en producir su primera flor. Por eso es un verdadero crimen sacarlas de su hábitat, ya que esto afecta severamente la capacidad de regeneración de sus poblaciones. Si la extracción desmesurada de ésta y otras especies continúa, desaparecerán en un futuro cercano. ¡Toma conciencia, contribuye a su conservación, no a su desaparición!... ¡No compres o comercialices plantas silvestres extraídas de manera ilegal que se venden en carreteras, puentes y mercados!... Por favor, sé un ciudadano responsable con el ambiente y sólo compra plantas propagadas en viveros autorizados.

ÍNDICE

AGRADECIMIENTOS	i
Pobres orquídeas además de silvestres ilegales.....	v

I RESUMEN	1
------------------------	---

II INTRODUCCIÓN GENERAL	3
--------------------------------------	---

III SISTEMA DE ESTUDIO	6
-------------------------------------	---

Capítulo 1 **BIOLOGÍA DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE**

1.1 Descripción morfológica de Orchidaceae.....	10
1.2 Diversidad y hábitat.....	12
1.3 Algunos aspectos de la ecología de orquídeas.....	14
1.3.1 Polinización y reproducción sexual.....	14
1.3.2 Principales interacciones bióticas, condiciones y recursos que determinan el establecimiento y permanencia de las orquídeas.....	14
1.4 Literatura.....	17

Capítulo 2:

CULTIVO DE SEUDOBULBOS DE LA ORQUÍDEA AMENAZADA *Laelia speciosa*(HBK) Schltr.(ORCHIDACEAE) COMO MEDIDA PARA SU CONSERVACIÓN *ex situ*.

2.1 INTRODUCCIÓN	20
-------------------------------	----

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 Historia del cultivo de las orquídeas en México.....	24
2.2.2 Generalidades sobre la propagación de las orquídeas.....	25
2.2.3 Factores importantes a considerar en el cultivo de las orquídeas epifitas.....	26
2.2.4 Sustratos utilizados en el cultivo de las orquídeas.....	28

2.2.5	Sustratos utilizados en el cultivo de <i>Laelia speciosa</i>	33
2.3 OBJETIVOS		
2.3.1	Objetivo general.....	34
2.3.2	Objetivos particulares.....	34
2.4 HIPÓTESIS		
2.5 MATERIALES Y MÉTODOS		
2.5.1	Ubicación del ensayo.....	35
2.5.2	Descripción del ensayo.....	35.
2.6 VARIABLES OBTENIDAS		
2.7 ANÁLISIS DE DATOS		
2.8 RESULTADOS		
2.8.1	Duración de la flor en función del tamaño de la planta después de la extracción.....	42
2.8.2	Supervivencia.....	42
2.8.3	Crecimiento relativo de los pseudobulbos en condiciones de cultivo.....	43
2.8.4	Crecimiento relativo de las hojas en condiciones de cultivo.....	45
2.8.5	Número de nuevos brotes.....	46
2.8.6	Desarrollo de las raíces.....	47
2.8.7	Vigor.....	51
2.8.8	Producción de flores.....	52
2.9 DISCUSIÓN		
2.9.1	Supervivencia.....	54
2.9.2	Crecimiento.....	55
2.9.3	Número de brotes.....	56
2.9.4	Desarrollo radicular y vigor.....	56
2.9.5	Producción de flores.....	58
2.9.6	Del manejo como flor al manejo como planta: Implicaciones para la conservación.....	59

2.10 CONCLUSIONES	61
2.11 RECOMENDACIONES	62
2.12 LITERATURA	63
Anexo 1.	
1.1 Trasplante y cultivo de <i>Laelia speciosa</i> en macetas.....	70
1.2 Preparación de los sustratos.....	70
1.3 Pasos a seguir en el trasplante de <i>Laelia speciosa</i>	71
1.4 Recomendaciones para el riego.....	73
1.5 Cómo fertilizar.....	74
1.6 Control de plagas y enfermedades.....	74
LITERATURA GENERAL	75

LISTA DE FIGURAS

Sistema de estudio

Figura 1. Flor característica de <i>Laelia speciosa</i> en su hábitat.....	7
Figura 2. Distribución geográfica de <i>L. speciosa</i>	7
Figura 3. Estudios realizados dentro del Proyecto Manejo Sustentable de <i>L. speciosa</i>	9

Capítulo 1

Figura 1. Características distintivas de la familia Orchidaceae.....	12
--	----

Capítulo 2

Figura 1. División y cultivo de los segmentos extraídos 1, 2 y 4 pseudobulbos removidos mediante la técnica tradicional.....	36
Figura 2. Trasplante de los segmentos de <i>L. speciosa</i> en macetas plásticas y llenadas con los diferentes sustratos utilizados.....	37
Figura 3. Medidas lineales bimestrales del largo por ancho de los pseudobulbos y hojas en los segmentos de diferente tamaño de <i>L. speciosa</i>	38
Figura 4. Categorías de vigor de los segmentos de <i>L. speciosa</i> medidos después de un año de su cultivo.....	40
Figura 5. Efecto del tamaño de la planta sobre la duración de la flor después del corte de pseudobulbos en <i>L. speciosa</i>	42
Figura 6. Efecto del tamaño de la planta y del tipo de sustrato sobre la supervivencia de <i>Laelia speciosa</i>	43
Figura 7. Crecimiento relativo en volumen ($\text{cm}^3/\text{cm}^3/\text{día}$) para plantas de <i>L. speciosa</i> por tamaño de la planta y tipo de sustrato.....	45
Figura 8. Crecimiento relativo $\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{día}$ del área foliar de <i>L. speciosa</i> por tamaño de la planta y tipo de sustrato.....	46
Figura 9. Número de brotes de <i>L. speciosa</i> por tamaño de la planta después de un año de su cultivo en la casa sombra.....	47
Figura 10. Número de raíces en las plantas de <i>L. speciosa</i> por tamaño de la planta y tipo de sustratos después de un año de su cultivo.....	40

Figura 11. Longitud promedio de las raíces en las plantas de <i>L. speciosa</i> después de un año de su cultivo en los diferentes sustratos.....	50
Figura 12. Desarrollo radicular en longitud en las plantas de <i>L. speciosa</i> , por tipo de sustrato después de un año de cultivo.....	51
Figura 13. Vigor de las plantas de <i>L. speciosa</i> después de un año de su cultivo.....	51
Figura 14. Producción de flores en los segmentos extraídos de <i>L. speciosa</i> al año de su cultivo en los diferentes sustratos.....	52
Figura 15. Efecto del tamaño de la planta y tipo de sustrato en la probabilidad de la producción de flores en <i>L. speciosa</i>	53

LISTA DE CUADROS

Capítulo 2

Cuadro 1. Sustratos óptimos utilizados durante la aclimatación de plántulas de diversas orquídeas (revisión 1998-2011).....	30
Cuadro 2. ANOVA del crecimiento relativo de los seudobulbos de <i>L. speciosa</i> , en función del sustrato y tamaño de la planta.....	44
Cuadro 3. ANOVA del crecimiento relativo en área foliar de los individuos de <i>L. speciosa</i> en función del sustrato y tamaño de la planta.....	45
Cuadro 4. ANOVA del número de brotes por individuos de <i>L. speciosa</i> en función del sustrato y tamaño de la planta.....	46
Cuadro 5. ANOVA del número de raíces por individuo de <i>L. speciosa</i> , en función del sustrato y tamaño de la planta.....	48
Cuadro 6. ANOVA de la longitud total del sistema radicular por individuo de <i>L. speciosa</i> , en función del sustrato y tamaño de la planta para los individuos de <i>L. speciosa</i>	49
Cuadro 7. Modelo Lineal Logístico para los efectos del sustrato y tamaño de la planta y su interacción sobre la probabilidad de floración de <i>L. speciosa</i>	53

I. RESUMEN

Las poblaciones de *Laelia speciosa* en el centro de México son seriamente afectadas por la extracción de pseudobulbos. Sin embargo, los impactos de la extracción siguen aumentando entre otros factores debido a que cada vez se extraen segmentos de mayor tamaño ya que estos son vistos como flores ornamentales, no como plantas que se pueden mantener y cultivar. Optimizar las condiciones de cultivo de pequeños segmentos puede ser importante como una estrategia de conservación *ex situ*, por lo cual, el objetivo de este trabajo fue generar conocimiento básico sobre el cultivo de segmentos de diferentes tamaños de *Laelia speciosa*, para proponer alternativas de manejo *ex situ* adecuadas que contribuyan a su conservación.

En el capítulo 1 se presenta una revisión de la literatura para generar un marco conceptual sobre la biología de la Familia Orchidaceae y sus requerimientos para un cultivo exitoso. Antecedentes básicos como las características que distinguen a esta familia, la descripción morfológica y formas de crecimiento, la biología reproductiva, así como otros aspectos de su diversidad, distribución y microambientes son presentados.

En el capítulo 2, se presenta el estudio sobre el cultivo de segmentos de diferentes tamaños (con diferente número de pseudobulbos) de *Laelia speciosa*. En este se analizó la eficacia de cuatro sustratos de bajo costo en condiciones de casa sombra. Las variables evaluadas fueron la supervivencia, crecimiento, número de brotes, desarrollo de raíces, vigor y producción de flores. Se utilizaron 236 segmentos que fueron cortados de plantas silvestres, simulando el procedimiento típico para la extracción, y organizados en tres categorías de tamaño: pequeño, mediano, grande (con 1, 2 y 4 pseudobulbos con flor) y trasplantados en macetas plásticas con fibra de agave, fibra de coco, tezontle-corteza 1:1 y tezontle, haciendo mediciones bimestrales durante un año. La supervivencia de los segmentos fue mayor al 80% para todos los tamaños y mayor en el tezontle. El crecimiento relativo promedio más alto en volumen ($0.0031 \text{ cm}^3 \text{ cm}^3 \text{ año}$) se registró en las plantas chicas de un pseudobulbo cultivadas en tezontle-corteza 1:1. El número promedio de nuevos pseudobulbos fue de 1.5 y no fue afectado significativamente por el tamaño de la planta ni por el tipo de sustrato. El desarrollo de las raíces fue afectado por el tamaño de la planta y el tipo de sustrato. Por ejemplo, el mejor

desarrollo de raíces ocurrió en las plantas de menor tamaño, y en los sustratos de Agave y fibra de Coco. El vigor de las plantas un año después de cultivadas no varió con el tamaño inicial de la planta pero sí con el sustrato. El 70% de las plantas más saludables estuvieron sobre la fibra de agave. Después de un año de cultivo prácticamente ninguna planta desarrolló flores, sin embargo, un seguimiento al segundo año de cultivo indicó que la probabilidad de producir flores aumenta con el tamaño inicial de la planta, alcanzando las plantas de 4 pseudobulbos una probabilidad de floración del 25%. En general, nuestros resultados sugieren que el cultivo de segmentos de uno y hasta dos pseudobulbo en sustratos a base de tezontle es viable como una alternativa de conservación y que las fibras pueden usarse como sustratos alternativos para propiciar el desarrollo temprano de raíces. Las plantas cultivadas a partir de segmentos cortados son capaces de producir flores al segundo año. Una de cada cuatro plantas grandes se reproduce al segundo año, lo cual sugiere un buen incentivo para que los consumidores se animen a cultivar plantas tan pequeñas como dos pseudobulbos. La alta supervivencia y buen crecimiento y reproducción al segundo año en los segmentos chicos, sugiere un potencial para minimizar los impactos de consumo y de extracción de ejemplares silvestres. Incentivar la extracción de plantas compuestas de dos pseudobulbos para su cultivo por parte de los compradores parece ser una alternativa importante para disminuir la presión sobre las poblaciones naturales de *L. speciosa*.

II. INTRODUCCIÓN GENERAL

La utilización de las poblaciones de flora y fauna son un recurso esencial para el bienestar del hombre ya que desde sus orígenes ha logrado sobrevivir por el uso constante de las especies silvestres, particularmente de las plantas que le han proporcionado alimentos, fibras, materiales de construcción, medicinas, combustibles y muchos otros productos que satisfacen sus necesidades (CONABIO-CONANP-SEMARNAT, 2008; Naranjo *et al.*, 2009).

Las actividades humanas están afectando gravemente a los ecosistemas. Dentro de las principales actividades están la reducción del hábitat por la agricultura, ganadería, extracción de madera, aumento de la población humana, extracción de plantas silvestres para el comercio ilegal y domesticación de muchas de ellas, dado que es una práctica común que constituye una manera fácil e inmediata de generar ingresos económicos por parte de muchas comunidades (Hall *et al.*, 1993; Naranjo *et al.*, 2009; Avedaño-Vásquez, 2010). Es evidente que la mayoría de las especies están destinadas a morir por el desconocimiento de los recursos y condiciones que requieren. Un ejemplo muy evidente es la extracción de muchas especies de la familia Orchidaceae con fines ornamentales debido a la gran belleza de sus colores y exóticas formas de las flores, así como para la obtención de saborizantes y mucilagos, entre otros (Naranjo *et al.*, 2009). Actualmente, estas poblaciones sufren una sobre recolección, principalmente las especies silvestres para la venta como plantas ornamentales en el comercio local y en el mercado internacional (Enciso, 2001, Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007). Muchas especies se cosechan sin ninguna planeación ni control, y su explotación se basa en la cosecha intensiva de flores, frutos, segmentos o bien individuos completos.

Este grupo taxonómicamente es muy diverso. Se estima que hay alrededor de 25,000 a 30,000 especies en todo el mundo con el 70% de sus especies de vida epífita. En México, existen alrededor de 1,300 especies, de las cuales, 444 son especies endémicas, y muchas de las cuales están siendo afectadas drásticamente (Dressler, 1981; Hágsater *et al.*, 2005), al grado de la sobreexplotación y llevando a la desaparición local o extinción a muchas de ellas (CONABIO-CONANP-SEMARNAT, 2008; Naranjo *et al.*, 2009).

SEMARNAT informa que en el mercado ilegal internacional se venden anualmente entre 9 a 12 millones de orquídeas silvestres procedentes de México (Enciso, 2001). Y muchas de las orquídeas que se recolectan en el campo es para el comercio local, probablemente el 90% (Eccadi y Becerra, 2003). PROFEPA del 2010-2012 en diversos operativos para combatir el tráfico y comercio ilegal de vida silvestre, ha decomisado 14,316 orquídeas en el país de diferentes especies. Gracias a estos operativos nos damos una idea de la magnitud de plantas que se extraen y se venden en los mercados, aclarando que no se realizan diariamente estos operativos y que hay mucho más especies extraídas que siguen siendo vendidas a pesar de que en nuestro país la colecta y venta de orquídeas silvestres está prohibida por la ley general de vida silvestre.

Cada vez sigue aumentando significativamente y ubicando a más especies en alguna categoría de riesgo por la NOM-059-SEMARNAT-2010. Tal es el caso de la orquídea epífita *Laelia speciosa*, de la cual se extraen de su hábitat alrededor de 6 000 plantas o segmentos de individuos reproductivos al año, solamente en el estado de Michoacán (Ávila y Oyama, 2002) y se venden alrededor de 10 000 plantas anualmente en los mercados del estado de Veracruz (Flores-Palacios y Valencia-Díaz, 2007), a pesar de que en este estado no se encuentra de manera silvestre. En Michoacán hacen falta estudios de mercado que indiquen la cantidad actual de segmentos de flores de *L. speciosa* vendidas en los distintos puntos de las ciudades ya que es donde se concentra la mayor parte de las ventas.

Sin duda la alta intensidad y la frecuencia de la extracción de individuos reproductivos de *L. speciosa*, han tenido consecuencias negativas en la dinámica de las poblaciones naturales. Dado que esta especie tiene un bajo éxito reproductivo por la limitación de la polinización, además, que sus individuos tienen un lento crecimiento (tardan de 8 a 16 años en ser reproductivos) se considera como otras especies de orquídeas, muy vulnerable (Hernández, 1992; Pérez-Pérez, 2003; Ávila-Díaz, 2007).

Por lo anterior, es urgente que se sumen esfuerzos para generar conocimiento básico y proponer estrategias de manejo tanto *in situ*, como *ex situ* de *L. speciosa*, que favorezcan su conservación para mantener la viabilidad a largo plazo de sus poblaciones. Dichas estrategias deben tomar en cuenta, para cualquier propósito de conservación a los principales

protagonistas que en este caso son los habitantes de los pueblos aledaños, quienes aprovechan el recurso floral.

Con esta intención, se ha venido trabajando en un proyecto multidisciplinario denominado “Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (HBK) Schltr”, en el cual, se han desarrollado diversas investigaciones básicas así como un programa de educación ambiental.

El presente trabajo de investigación es parte de este proyecto y se considera una parte fundamental para generar conocimiento útil del manejo *ex situ* en el que se incluya el cultivo de las plantas para garantizar su larga vida y rescate de los segmentos o plantas extraídas, para que no sean desechadas como basura una vez que se secan las flores, sino que puedan cultivarse con éxito, con lo cual se espera contribuir a disminuir la presión que sobre las poblaciones silvestres se ejerce.

Esta investigación consta de dos capítulos. En el capítulo I, se presenta una revisión bibliográfica sobre la biología de la familia Orchidaceae, en la que se describe de forma general su diversidad, distribución, reproducción y otros aspectos ecológicos que ayudarán a la comprensión de su crecimiento.

En el capítulo 2, se menciona la importancia de la utilización de sustratos adecuados para el cultivo de orquídeas epifitas en contenedores, con materiales que provean un adecuado soporte para el buen crecimiento, salud y posterior floración. Específicamente en esta investigación se evaluó la eficacia de cuatro sustratos para el cultivo de segmentos de *Laelia speciosa* de diferente tamaño en casa sombra. Formulando las siguientes preguntas básicas: ¿Los segmentos de *L. speciosa* estudiados (1, 2 y 4 pseudobulbos) sobreviven?, ¿crecen de igual forma?, ¿el tamaño de los segmentos afecta su reproducción? y ¿la fracción mínima (un pseudobulbos) puede ser cultivada exitosamente? Los resultados de este estudio, pueden ser muy útiles para establecer cultivos en invernaderos con el tamaño mínimo de segmento con fines comerciales para flor cortada o para la obtención de mucilago y de esta forma mitigar la tasa de consumo y extracción de las poblaciones silvestres. El cultivo también reduciría la gran mortalidad de todos los segmentos que son utilizados con fines culturales y religiosos que después de que se marchita la flor se evitaría que fueran a dar a la basura a través de su rescate y su cultivo.

III. SISTEMA DE ESTUDIO

Características distintivas de *Laelia speciosa* (Orchidaceae)

FAMILIA: Orchidaceae

SUBFAMILIA: Epidendoideae Lindley

TRIBU: Epidendreae Humbolt, Bonpland *et* Kunth

SUSTRIBU: Laelinae Bentham

NOMBRE CIENTÍFICO: *Laelia speciosa* (Kunth) Schltr., 1994

Laelia speciosa es una orquídea epífita de crecimiento simpodial, compuesta por una sucesión de pseudobulbos similares que se desplazan a la derecha o izquierda dando un patrón de zig-zag (Hernández, 1992). Los pseudobulbos son subglobosos o ovoides formados por 3 entrenudos y cuando son viejos son arrugados. Generalmente tiene 1 a 2 hojas lanceolado-elípticas, coriáceas y algo cerosas. La inflorescencia emerge del brote en desarrollo de 15 a 20 cm de largo en racimos de 1 a 4 flores. En época de floración producen flores muy grandes y vistosas de 10-16 cm de diámetro con los sépalos y pétalos casi siempre en el mismo plano. Estos sépalos y pétalos son de color rosa a púrpura intenso. El labelo es blanco con márgenes y rayas púrpuras variables de color rosa pálido a morado intenso. Sus raíces son redondas y blanquizas de 1.3 -3 mm de diámetro. Crecen sobre la corteza de los árboles y las hojas en descomposición (Fig. 1). Florece de mayo a junio cuando el bosque está sin hojas, lo que aparentemente hace a las flores más visibles para los polinizadores (Halbinger y Soto 1997). Estas flores no ofrecen ninguna recompensa a los polinizadores *Bombus pennsylvanicus sonorus* y *Bombus ephippiatus* (Medina, 2004). Una vez ocurrida la polinización el ovario comienza a desarrollarse y comienza la maduración de la cápsula. El fruto contiene en su interior miles de semillas muy pequeñas que son dispersadas por el viento después de 10 meses de maduración. Es una orquídea que generalmente tiene los requerimientos de media sombra en su ambiente natural (Halbinger y Soto, 1997; Dressler, 1981, Rodríguez *et al.*, 2005; Hágsater *et al.*, 2005).



Figura 1. Flor característica de *Laelia speciosa* en su hábitat.

Distribución

Es una especie endémica restringida al Altiplano Central de México. Se distribuye en bosques bajos de encinos, especialmente sobre *Quercus desertícola* entre los 1250 y los 2500 m de altitud. Se distribuye actualmente en los estados de Tamaulipas, Durango, Zacatecas, San Luís Potosí, Aguascalientes, Jalisco, Guanajuato, Querétaro, Michoacán, Hidalgo y Guerrero (Halbinger y Soto, 1997; Soto-Arenas y Solano-Gómez, 2007) Fig. 2.

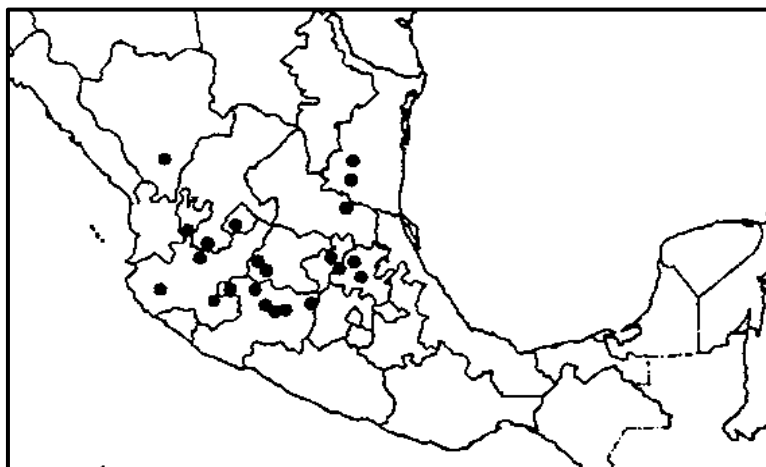


Figura 2. Distribución geográfica de *L. speciosa*. Imagen tomada de Halbinger y Soto, (1997).

Hábitat y ecología

L. speciosa es de tipo xerófila, tolera el sol y la sequía por periodos prolongados de diciembre a junio. Se establece en climas templados subhúmedos (Cw), en los bosques que presentan una marcada estacionalidad. Crece principalmente sobre las ramas gruesas y delgadas de *Quercus deserticola* Trel. sobre capas de líquenes crustáceos del género *Parmelia*, raramente crece sobre la parte más externa de la copa donde la insolación es más intensa. Tampoco crece sobre los fustes donde hay demasiada sombra.

Presenta una distribución agrupada sobre los árboles de *Q. deserticola* determinada por la cantidad de luz, humedad y sustrato. Así como de la densidad, altura y ramificación del árbol hospedero (Hernández 1992, Halbinger y Soto, 1997). Obtiene el agua y sus nutrientes por escurrimiento entre la corteza de los troncos en época de lluvia. La obtención de los nutrientes es facilitada por la ayuda de hongos micorrízicos que invaden los tejidos de la raíz.

Manejo y conservación de *Laelia speciosa*.

El mayor factor de riesgo para las orquídeas es la recolección inmoderada de plantas para ser vendidas en los distintos mercados del país. Lamentablemente, los mercados clandestinos están situados en la mayoría de los estados del país y en el extranjero.

La extracción de los pseudobulbos con flores la realizan los niños y jóvenes para venderlos como plantas de ornato. La forma de operación del comercio ha cambiado rápidamente. Soto, (1994) y Ávila-Díaz en el (2002) reportaron que se vende el nuevo brote con flores unido a uno o dos pseudobulbos de los años anteriores y en 2011-2012 se observó que la venta se hace en su mayor parte de individuos completos y en ocasiones con la rama del árbol donde posa, con claros signos de que la planta es de origen silvestre.

Sin duda la extracción de individuos reproductivos ha traído consigo consecuencias negativas para las poblaciones (Hernández, 1992, Pérez-Pérez, 2003). Ante este problema se han venido sumando esfuerzos para la conservación de esta orquídea endémica a través del proyecto multidisciplinario Manejo Sustentable de *L. speciosa*, en el cual, se han desarrollado varias investigaciones que contribuyen al conocimiento de la historia natural de esta especie (Fig. 3).

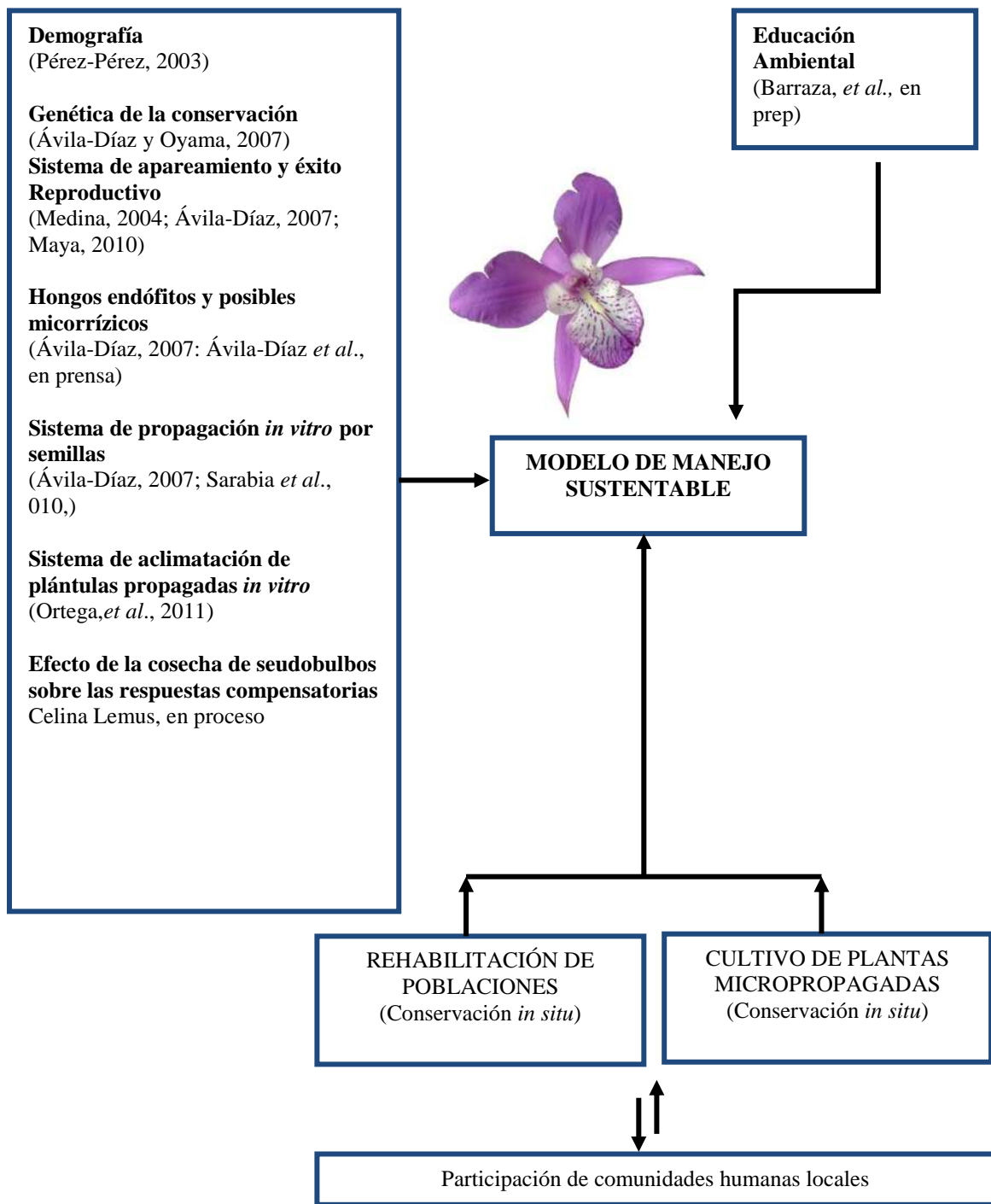


Figura 3. Estudios realizados dentro del Proyecto Manejo Sustentable de *Laelia speciosa*(Orchidaceae).Ávila-Díaz y Oyama, en prep.)

Capítulo 1

BIOLOGÍA DE LA FAMILIA ORCHIDACEAE

1.1 Descripción morfológica de Orchidaceae

Las orquídeas son plantas monocotiledóneas, herbáceas perennes de tamaño variable desde 3 a 4mm como *Bulbophyllum globuliforme*, hasta varios metros de longitud como la orquídea trepadora del genero *Galeola* que mide aproximadamente 30 m y *Grammatophyllum speciosum* cuyos pseudobulbos miden de 7 a 8 m de alto (Dressler, 1981;Hagsater, *et al* 2005; Freuler, 2007).

Presentan dos tipos de crecimiento: monopodial y simpodial. Las orquídeas monopodiales poseen un tallo con un solo eje que continúa interrumpidamente su crecimiento terminal definido por un solo ápice meristemático. No presentan pseudobulbos y sus hojas son alternas que se producen a medida que crece, en las axilas de las hojas se forman periódicamente las flores como en *Phalaenopsis* y *Vanda*, entre otros géneros. Las orquídeas simpodiales tienen un rizoma con nudos y entre nudos que en muchas orquídeas se convierten en pseudobulbos, tienen crecimiento determinado con varios puntos de crecimiento caracterizado por tener retoños individuales. Las hojas crecen a partir del pseudobulbo y pueden ser una o dos hojas por pseudobulbo como *Cattleya*, *Cymbidium*, *Laelia*, *Oncidium* (Dressler, 1981; Freuler, 2003; López *et al.*, 2005).

Tallos y hojas

La estructura básica del tallo de las orquídeas es comparable con una caña formada por segmentos o entre nudos delimitados por nudos o anillos cicatrizales de donde originalmente se insertaban las hojas. Los tallos de las epifitas llamados pseudobulbos son aéreos notablemente engrosados que constituyen almacenes de agua y sustancias de reserva como almidón, pueden estar formados por un solo entrenudo como el género *Oncidium* o por varios entrenudos como el género *Dendrobium*. Además, tienen formas muy variadas de acuerdo a su género y pueden ser: globosos, ovoides, oblongos, cilíndricos y segmentados, claviformes y fusiformes; pequeños o grandes (Dressler, 1981; Hágsater *et al.*, 2005; Murguía, 2007).

Las hojas de las orquídeas siempre son simples y por lo general son angostas o alargadas, pueden ser basales o caulinares, persistentes o deciduas. En muchas especies terrestres las hojas son membranosas y delgadas, mientras que en las epífitas son hojas coriáceas y carnosas, con una cutícula cerosa de cierto espesor que les permite resistir la depredación por insectos y a los fuertes vientos secos (Hágsater *et al.*, 2005; Arévalo *et al.*, 2011).

Sistema radical

Las raíces han presentado diversas modificaciones, algunas son simples, ramificadas, carnosas o circulares y en otros casos aplanadas como en *Barkeria* y *Campylocentrum pachyrrhizum*. Al igual que el resto de las plantas es un órgano vital para el anclaje de la planta y la absorción de nutrientes (Hágsater *et al.*, 2005). En las orquídeas terrestres de los géneros *Apostasioides*, *Cypripedioides*, tribu *Cranichidae* y especies de la subfamilia *Orchidoideae* las raíces son estructuras alargadas ramificadas llamadas cormos, rodeadas de pelillos absorbentes y por filamentos de hongos micorrízicos que penetran la raíz formando unos pelotones y endófitos oscuros septados de hifas mineralizadas (Valdez *et al.*, 2011).

Las raíces de las epífitas son aún más especializadas, los pelillos radicales se han sustituido por una funda de células muertas esponjosas llamadas “velamen” que facilita la absorción de agua de la corteza de los árboles y la absorción de minerales del aire, el agua de lluvia. Pueden originarse en cualquier punto del tallo; además pueden crecer en todas direcciones (Hágsater *et al.*, 2005; Murguía, 2007).

Flores

Las flores poseen una gran variabilidad de colores y formas, todas tienen el diagrama floral idéntico que consiste en: tres sépalos, tres pétalos uno modificado llamado labelo, órganos sexuales fusionados formados en una columna, con ovario ínfero (Fig. 1A). El labelo es un pétalo modificado que presenta variaciones en su morfología en los distintos géneros, con frecuencia es provisto de papilas, surcos y lamelas de colores intensos que sirven de atracción a los polinizadores y que funciona como plataforma de aterrizaje

La flor tiene simetría bilateral zigomorfa (labelo situado en la parte inferior de la flor debido a un giro de 180°) con un solo plano de simetría que la divide en dos mitades iguales. La mayoría son hermafroditas (con ambos sexos en la misma flor) y pocas especies tienen los sexos separados como *Catasetum* y *Cycnoches*. Algunos géneros las tienen aisladas o en inflorescencias. Las estructuras reproductivas (antera y pistilo) se han fusionado en la estructura llamada columna (Fig. 1B). Los granos de pólen se aglutinan en pequeños paquetes llamados polinias que pueden tener en su extremo un viscidiopegajoso que sirve para adherirse al cuerpo del insecto polinizador (Fig. 1C). Los frutos por lo general son cápsulas dehiscentes con semillas muy pequeñas y extremadamente ligeras producidas en número de 20-50 semillas o en mayores cantidades hasta de 4 000 000 que carecen de endospermo, generalmente son ovoides, elípticas, cilíndricas o piriformes. Como no tienen endospermo requieren de la ayuda de algún hongo que les ayude a germinar en la naturaleza (Dressler, 1981; Rzedowski, 2001; Ezcurra, 2006; Velazco y Beltrán, 2008).

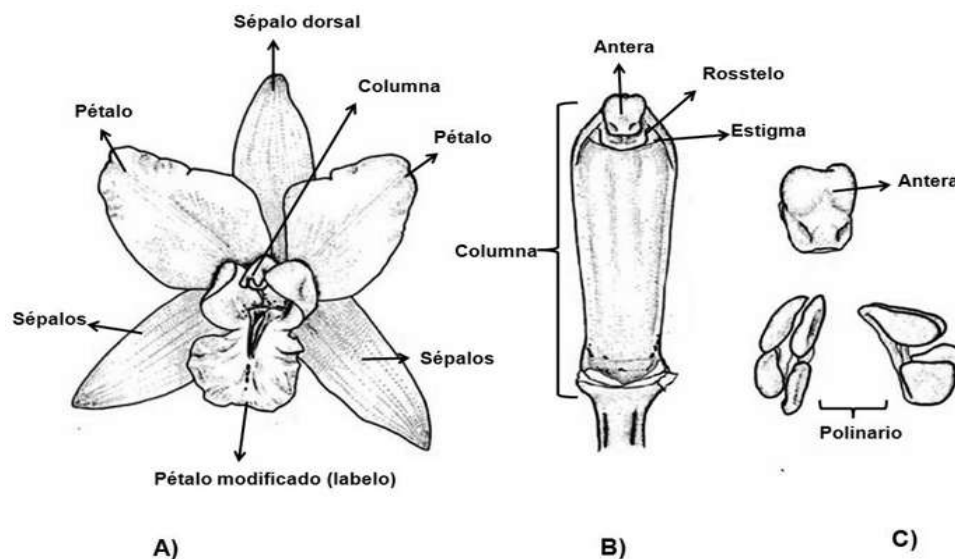


Figura 1. Características distintivas de la familia Orchidaceae: a) Flor, b) Columna, c) Polinarios. Foto tomada de Halbinger y Soto, (1997) y modificada por Celina en 2013.

1.2 Diversidad y hábitat

La familia Orchidaceae es considerada una de las familias más grandes de plantas vasculares y la más diversa. Se estima que existen aproximadamente 800 géneros y alrededor de 25,000 a 30,000 especies conocidas en todo el mundo. El 70% de sus especies presentan una

forma de vida epífita y constituyen más de dos tercios de todas las epifitas vasculares, siendo el grupo más diverso de este tipo de plantas (Dressler, 1993). Alrededor de un 25%, son especies terrestres, que habitan principalmente en zonas templadas y frías. Finalmente, el 5% están adaptadas a crecer facultativamente como epifitas o terrestres y tolerar un cierto grado de estrés hídrico (Dressler, 1981; Hietz, 1999; Zotz y Andrade, 2002; Velazco y Beltrán, 2008).

Las orquídeas tienen un amplio rango de distribución con representantes en casi todas las regiones de la tierra con excepción de los desiertos extremos y polos, estando mejor representadas en regiones tropicales y subtropicales, mientras que en las zonas templadas y frías son menos diversas (Dressler, 1981). Es uno de los grupos que ocupa una amplia gama de nichos desde el medio terrestre hasta las copas de los árboles “epifitas”; otras prefieren las rocas semi cubiertas de musgos y líquenes llamadas “rupícolas” (Ramírez, 1996; Leopardi, 2008). También se encuentran algunas semiacuáticas que se encuentran en zonas permanentemente inundadas donde el nivel del agua es bajo como *Habenaria pringlei* y *Bletia purpurea* y otras mico heterotróficas que no realizan fotosíntesis y requieren de hongos micorrízicos durante todo su ciclo de vida (Hágsater *et al.*, 2005).

Las Orquídeas epifitas se encuentran en las áreas boscosas de tierras bajas y de regiones montañosas tropicales húmedas, generalmente producen flores muy llamativas. Viven en los troncos, ramas de los árboles y arbustos del bosque, donde el follaje se expone en la parte más alta del bosque a la radiación solar directa y al aire húmedo durante largos periodos del día, un ambiente de relativa aridez que representa un reto importante para sobrevivir (Martínez-Ramos, 2008). Se han adaptado a ese ambiente estresante, con diversas adaptaciones tanto morfológicas como fisiológicas (Bazzaz y Pickett 1980; Fu y Hew, 1982).

En México, la familia Orchidaceae ocupa el cuarto lugar dentro de las familias con mayor número de especies, superada por *Asteraceae*, *Fabaceae*, *Poaceae* (Villaseñor, 2003). Se reportan alrededor de 1,254 especies, distribuidas en 168 géneros, que corresponden al 40% del total de taxa registrado para el país. Esta diversidad se encuentra representada en todos los estados pero solo Chiapas, Veracruz, Michoacán, Guerrero y Oaxaca albergan la mayor riqueza de orquídeas, reportándose para Michoacán alrededor de 200 especies (Soto-Arenas *et al.*, 2007).

1.3 Algunos aspectos de la Ecología de orquídeas

1.3.1. Polinización y reproducción sexual

La reproducción sexual de las orquídeas se lleva a cabo generalmente por la polinización cruzada por insectos como son: abejas, avispas, moscas, mariposas nocturnas, mariposas diurnas y aves de la familia Trochilidae como los colibríes, una fracción pequeña se autopolinizan (Hágsater *et al.*, 2005). Los polinizadores pueden ser atraídos por las flores de diversas formas, por las guías polinarias y porque ofrecen recompensa como néctar, tricomas, ceras, aceites, compuestos aromáticos, pero la gran mayoría engañan a los polinizadores y no les ofrecen recompensa, polinización que involucra el engaño (Singer, 2003; Tremblay *et al.*, 2005; Singer, 2009). Generalmente son atraídos los juveniles inexpertos o machos solitarios que son engañados, por la imitación de la flor al simular poseer néctar, polen como recompensa o incluso la pareja sexual del insecto (Moreira, 2009).

En este grupo de plantas se presenta una limitación de la polinización, registrándose valores más bajos de *fruit set* en especies de clima tropical que en orquídeas de clima templado. Así mismo, aquellas orquídeas que no ofrecen recompensa, tienen valores más bajos de *fruit set* que aquellas que si ofrecen (Zimmerman y Aide, 1989; Tremblay *et al.*, 2005). Cuando hay fecundación por un polen compatible, se desarrollan los embriones, los cuales tienen muy pocas sustancias de reserva y requieren de la asociación con ciertos hongos que les proporcionen nutrientes (Hágsater *et al.*, 2005).

Existen una gran variación en sistemas de apareamiento en esta familia, predominando aquellas especies con sistemas de apareamiento mixto con predominancia a la exogamia y en general son dependientes de polinizadores para su reproducción sexual (Ávila-Díaz, 2007).

1.3.2 Principales interacciones bióticas, condiciones y recursos que determinan el establecimiento y permanencia de las orquídeas

La familia Orchidaceae es de aparición reciente, se dice que evolucionó en hábitats en los que había numerosos insectos a los que se adaptaron adoptando un parecido con los insectos que las visitan, estableciendo fuertes relaciones bióticas (Moreira, 2009) como polinizador-orquídea, para asegurar la visita muchas veces de un polinizador específico

(Singer, 2009). Existe otra relación micorriza-orquídea donde los hongos endomicorrízicos ayudan a la germinación de las semillas y su manutención a lo largo de la vida (Velazco y Beltrán, 2008). Algunas orquídeas tienen una relación con las hormigas que habitan en los pseudobulbos huecos que custodian celosamente la planta siendo capaces de dar la vida en su defensa, otras recompensan el servicio del patrullaje contra insectos invasores con sustancias secretadas por los nectarios extra florales (Ezcurra, 2006). Recientemente se ha descubierto en orquídeas terrestres una interacción de gran interés, que es la depredación de óvulos por larvas de avispas de la subfamilia Eurytominae que pueden estar influyendo negativamente en la sobrevivencia (Salazar, 2009).

La sobrevivencia de las orquídeas está determinada por los factores bióticos mencionados anteriormente, así como por condiciones ambientales como la temperatura, precipitación, luz solar, nubosidad, velocidad del viento, que determinan la calidad de sus hábitats y pueden ser decisivos para el establecimiento en los árboles o en el suelo. También son determinantes los recursos, tales como nutrientes, espacio, sustrato entre otros. Se ha demostrado que muchas orquídeas son sensibles a los cambios ambientales causados por la transformación de los bosques ya que estas requieren de condiciones especiales de hábitat para su permanencia.

Actualmente se han utilizado a las orquídeas terrestres como indicadores de la calidad del hábitat en las comunidades vegetales encontrando que algunas prefieren ambientes sin perturbación como *Aspidogine*, *Calanthe*, mientras que otras son tolerantes a la perturbación como *Cyclopogon luteo-albus* (Díaz-Toribio, 2009) y otras pioneras en sitios sucesionales como *Corallorhiza odontorhiza*, *Liparis lilifolia* y varias especies de *Spiranthes*. Es conocido que no todas las plantas responden de igual forma a los mismos factores de perturbación ya que depende de la capacidad de la respuesta de cada especie a los distintos tipos de perturbación natural o entrópica (Aizen, 2007).

Las orquídeas suelen ser vulnerables a la transformación del bosque, porque puede haber una alteración en las comunidades de los polinizadores que son importantes para la reproducción sexual. Puede ocasionarse aislamiento entre los individuos de una misma población de tal forma que se reduce el intercambio genético, aumentando las probabilidades de una extinción local. En tiempos recientes muchas orquídeas se consideran en riesgo de

extinción como resultado directo de las actividades humanas que tienen que ver con la pérdida y transformación del hábitat, así como la extracción de plantas silvestres con fines comerciales, ceremoniales y ornamentales causando la disminución de muchas orquídeas en las poblaciones silvestres.

1.4 LITERATURA

- Arévalo, R., J. Figueroa y S. Madriñán. 2011. **Anatomía foliar de ocho especies de Orquídeas epífitas**. *Lankesteriana* 11(1): 39-54.
- Aizen M. 2007. **Enfoques en el estudio de la reproducción sexual de las plantas en ambientes alterados: limitaciones y perspectivas**. *Ecología Austral* 17:7-19.
- Ávila-Díaz I. 2007. **Sistema de apareamiento y éxito reproductivo femenino de la epífita amenazada *Laelia speciosa* (ORCHIDACEAE)**. Tesis doctoral. Ciencias Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 162 pp.
- Bazzaz F. A. y S. Pickett. 1980. **Physiological ecology of tropical succession: A comparative review**. *Annual Review of Ecology and Systematics* 1: 287-310.
- Díaz-Toribio M. G. 2009. **Orquídeas terrestres como indicadores de calidad ambiental en fragmentos de bosque mesófilo de montaña**. Tesis de Maestría. Instituto de Ecología A.C. Xalapa, Veracruz, México. 43 pp.
- Dressler R. 1981. **The Orchids, Natural History and classification**. Harvard University Press Cambridge, Massachusetts. London, England. 322pp.
- Dressler R. L. 1993. **Field guide to the orchids of Costa Rica and Panama**. New York, Estados Unidos de América. Cornell University Press. 374 pp.
- Ezcurra E. 2006. **Orquídeas de México**. *Ciencias* 82: 76-78.
- Freuler M. J. 2007. **Orquídeas**. Albatros. Buenos Aires 9 pp.
- Fu C.F. y C.S. Hew. 1982. **Crassulacean acid metabolism in orchids under water stress**. *Botanical Gazette* 143: 294-329.
- Hagsater, E., M. A. Soto Arenas, G. A. Salazar Chávez, R. M. Jiménez, M. R. López y R. L. Dresler. 2005. **Las orquídeas de México**. Instituto Chinoín. México 304 pp.
- Hietz P. 1999. **Diversity and conservation of epiphytes in a changing environment**. IUPAC. 1-11 pp.
- Leopardi C. y L. Cumana. 2008. **Listado de especies de la familia Orchidaceae para el estado Sucre, Venezuela**. *Lankesteriana* 8 (1): 93-103.
- López Villalobos, A., Pérez Flores, J., Sosa-Moss, C., Bucio Alanis, L. 2005. **El cultivo de plantas ornamentales tropicales**. Instituto para el desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. 117 pp.

- Martínez-Ramos M. 2008. **Grupos funcionales** en: Capital natural de México (1) Conocimiento actual de la biodiversidad. CONABIO, México 365-412 pp.
- Moreira-Muñoz A. 2009. **Darwin alrededor de las orquídeas**. *Revista universitaria* (104): 17-23.
- Munguía Gonzales, 2007. **Producción: Orquídeas, anturio, gardenias y ave del Paraíso**. SAGARPA 48 pp.
- Ramírez J. 1996. **Orquídeas de México**. CONABIO. *Biodiversitas* (5): 1-5.
- Rzedowski, Calderón, G. y Rzedowski, J. 2001. **Flora fanerogámica del valle de México**. Instituto de Ecología, A. C. 1266-1297.
- Salazar G. A. **Orquídeas**. 2009. Pp. 153-169, en A. Lot (ed.), Biodiversidad del Ecosistema Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel. Libro conmemorativo de 25° aniversario de la Reserva Ecológica del Pedregal de San Ángel de Ciudad Universitaria. Universidad Nacional Autónoma de México, México, D.F.
- Singer R. B. 2003. **Orchid pollination**: Recent developments from Brazil. *Lankesteriana* 7: 111-114.
- Singer R. B 2009. **Morfología floral y polinización de orquídeas**: el segundo libro de Charles Darwin. *Acta biológica Colombiana* 14: 337-350.
- Soto-Arenas M. A. y A. R. Solano-Gómez. 2007. **Ficha técnica de *Laelia speciosa***. En: Soto-Arenas, M. A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL2000. Instituto Chinoín A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México. D.F.
- Tremblay R. L., J. D Ackerman, J. K. Zimmerman y R. Calvo. 2005. **Variation in sexual reproduction in orchids and its evolutionary consequences: a spasmodic journey to diversification**. *Biol. J. Linn. Soc.* 84, 1–54.
- Valdés, M; H. Bautista Guerrero; Laura Martínez y R. H. Viquez. 2011. **The root colonizing fungi of the terrestrial orchid *Cypripedium irapeanum***. *Lankesteriana* 11(1): 15-21.
- Velazco L. O y B. P. Beltrán. 2008. **Orquídeas del parque natural sierra de Grazalema**. *Consejería de Medio Ambiente de Andalucía*. 259 pp.
- Villaseñor J. L. 2003. **Diversidad y distribución de las Magnoliophyta de México**. *Interciencia* 28:160-167.

Zimmerman, J.K. y Aide, M. 1989. **Patterns of fruit production in a neotropical pollinator vs. Resource limitation.** *América Journal of Botany* 76 (1):67-73.

Zotz G. y J. L. Andrade. 2002. **La ecología y la fisiología de las epifitas y las hemiepifitas.**

En: Guariaguata, R. y Kattlan, G. 2002. Ecología y conservación bosques neotropicales. Capítulo 12: 271-296.

CAPÍTULO 2

CULTIVO DE SEUDOBULBOS DE LA ORQUÍDEA EN RIESGO *Laelia speciosa* HBK Schltr (ORCHIDACEAE) COMO MEDIDA PARA SU CONSERVACIÓN *ex situ*

2.1 INTRODUCCIÓN

El cultivo de orquídeas es una práctica muy antigua que se remonta a China y Japón desde el año 500 A. C, donde se iniciaron los primeros cultivos por interés botánico, y en algunos pueblos antiguos las utilizaban con fines medicinales. Finalmente, fue hasta 1821 cuando se inició el cultivo comercial en los invernaderos, cerca de Londres (López *et al.*, 2005; Sahuquillo, 2008, Téllez, 2011).

Este grupo de plantas es el que más interés ha generado en la industria de la horticultura en diversos países del mundo, como en Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Japón, China, Tailandia, Australia, Singapur y Ecuador con la finalidad de mostrar su belleza como plantas vivas de interior, cultivadas en macetas, o simplemente como flor cortada con propósitos decorativos. Actualmente, muchas especies e híbridos generados por el hombre son cultivados, siendo los géneros *Cymbidium*, *Phalaenopsis*, *Dendrobium*, *Paphiopedilum*, *Miltonia*, *Cattleya*, *Laelia*, *Epidendrum* y *Vanda* los más cultivados por la belleza y duración de sus flores (López *et al.*, 2005; Sahuquillo, 2008).

En México a pesar de tener una gran diversidad florística de orquídeas y especies muy valoradas, su cultivo a gran escala es un campo poco desarrollado, solamente unas cuantas empresas las propagan *in vitro* y las cultivan en viveros para su comercialización local. La mayoría de los ejemplares de orquídeas que son cultivados, se encuentran en los cultivos tradicionales de traspatio, que han permanecido hasta nuestros días. El ejemplo más evidente es el cultivo de orquídeas del género *Laelia*, en las regiones indígenas de Oaxaca, Puebla, Michoacán, Hidalgo, Chiapas y Veracruz (Hágsater *et al.*, 2005).

La gran mayoría de estas orquídeas, que conforman los cultivos tradicionales, fueron extraídas de las poblaciones silvestres de las distintas regiones del país o adquiridas en el comercio ilegal local con fines ornamentales. No obstante, esta colecta desmedida ha

provocado una disminución de individuos en las poblaciones silvestres, como las que se encuentran enlistadas en alguna categoría de riesgo en la NOM-059-SEMARNAT-2010, así como la desaparición local de varias poblaciones.

Un ejemplo es el caso de *Laelia speciosa* (HBK) Schltr conocida popularmente como **flor de mayo**, y considerada como una de las más llamativas y hermosas orquídeas silvestres del género *Laelia* en México (Halbinger y Soto, 1997). Desafortunadamente, en Michoacán año con año se extraen segmentos de pseudobulbos de diferente tamaño (número de pseudobulbos removidos de la planta madre 1, 2, 3, 4 etc.) incluso, llegan al grado de removerlos individuos completos del medio silvestre, que posteriormente son comercializados como flor, en los cruceros, puentes, mercados, tianguis y plazas públicas a precios muy bajos.

Además de ser extraídas para este fin, también se extraen en algunos pueblos indígenas por la importancia cultural y religiosa. Utilizando los segmentos con la flor para adornar los lugares de culto religioso y en la fiesta del jueves de Corpus. En otros pueblos se extrae el mucílago de los pseudobulbos, el cual sirve como aglutinante para hacer una pasta, con la médula de maíz, y elaborar imágenes religiosas; siguiendo una técnica artesanal purépecha (Miranda, 1997; Hagsater *et al.*, 2005).

La extracción de segmentos y plantas completas ha provocado una degradación en las poblaciones silvestres de *L. speciosa*, con un impacto negativo sobre la supervivencia, el crecimiento, la reproducción y el reclutamiento durante su ciclo de vida, provocando que la tasa finita de crecimiento de las poblaciones se reduzca ($\lambda < 1$) (Hernández-Apolinar, 1992; Pérez Pérez, 2003). Cabe mencionar que el impacto negativo de la extracción se ve acentuado por el lento crecimiento de los individuos de *L. speciosa* y otras características intrínsecas comunes en otras especies de orquídeas. La intensidad y frecuencia de extracción también ha ido cambiando con los años, anteriormente se observaba a la venta segmentos de 1 a 3 pseudobulbos y recientemente se ha observado que se extraen segmentos más grandes (plantas con mayor número de pseudobulbos), incluso es común encontrar plantas completas, bajo la creencia de que entre más grande es el segmento extraído es mejor, porque la flor le durará más tiempo.

Es importante resaltar que en general se tiene la idea por parte de recolectores, vendedores y compradores, de que el recurso vendido y comprado son las flores más no las plantas. Además los segmentos que se comercializan de forma ilegal en las ciudades, y son utilizados en los días festivos. Una vez que la flor se marchita, son desechados como basura. Esta práctica obedece al desconocimiento de la biología de las orquídeas, que erróneamente son vistas sólo como flores y no como plantas que se pueden mantener y cultivar en invernaderos o en las casas de forma más controlada.

Este estudio surge con la idea de optimizar el manejo en las poblaciones silvestres reduciendo el tamaño del segmento a extraer y maximizando el éxito de su cultivo como planta en macetas para propiciar un cambio en la forma de utilización del recurso de flores a plantas de ornato con el empleo de diversos sustratos. Es importante señalar que se desconoce si el tamaño del segmento extraído influye en la supervivencia, es decir que si entre más grande, sobrevive más, o si el crecimiento, el número de brotes, el vigor, el desarrollo de raíces y la floración dependen de su tamaño o tipo de sustrato. Dos de los sustratos utilizados en este estudio residen de desechos industriales como la fibra de agave, y la fibra de coco que no se han probado en el cultivo de esta especie, mientras que la fibra de agave es utilizada por primera vez en el cultivo de orquídeas y dos sustratos tradicionales como el tezontle, tezontle-corteza que han tenido éxito en la aclimatación de plántulas de *L. speciosa*; Ávila-Díaz *et al.*, 2009, Sarabia-Ochoa *et al.*, 2010, Ortega-Loeza *et al.*, 2011).

Es importante señalar que aun faltan estudios de técnicas hortícolas en *L. speciosa* y otras orquídeas silvestres para su cultivo en los invernaderos, donde se tenga un conocimiento más preciso de cuál es la forma más rápida de generar un mayor número de plantas fisiológicamente adultas que den flores y pseudobulbos, ya que las plantas propagadas *in vitro* tardan mucho tiempo en ser reproductivas (Ávila-Díaz, coms. Pers.). Desde este punto de vista, existe una gran necesidad de optimizar las condiciones de cultivo de segmentos de distinto tamaño para establecer cultivos exitosos por medio de la propagación vegetativa en las comunidades que aprovechan este recurso como flor y pseudobulbo, y que además se tenga un conocimiento sobre el uso de los sustratos a emplear. Este estudio entonces, podría servir de modelo a seguir en otras orquídeas epífitas para fomentar el cultivo de segmentos chicos (1, 2

y 4 seudobulbos) para minimizar gradualmente la tasa de consumo y extracción de las plantas silvestres, como medida de conservación.

2.2 ANTECEDENTES

2.2.1 Historia del cultivo de las orquídeas en México

El cultivo de las orquídeas se remonta a la época prehispánica con más de 500 años, ya que desde la época anterior a la conquista española los aristócratas aztecas las cultivaban. Posteriormente, se documenta su conocimiento a la llegada de los españoles en el siglo XVI en la Obra de Francisco Hernández, médico de Felipe II, quien llegó a México en 1590 y escribió la historia natural de la Nueva España. Desde esa época existen descripciones de orquídeas donde se documenta que en México ya se cultivaban algunas especies como *Stanhopea hernandezii* y *Vanilla planifolia* en los huertos de algunos indígenas y en los jardines de los monarcas de ese entonces (Hágsater *et al.*, 2005). Históricamente, el cultivo de las orquídeas en nuestro país ha estado ligado al cultivo de *V. planifolia*, en la región indígena totonaca, correctamente en Papantla, donde se registraron las plantaciones más antiguas, en el año de 1760 (Aserca, 2002; Menchaca, 2009).

A lo largo de los años la preservación de algunas orquídeas mexicanas se ha mantenido en los pueblos indígenas y hasta la fecha se conocen varias especies que son semicultivadas en los árboles y cercas de piedra en los traspacios de las casas como: *Laelia gouldiana* en Hidalgo (Halbinger y Soto, 1997), y *Laelia anceps* subespecie *dawsonii* forma *chilapensis* en Guerrero. Estas dos especies ya no se conocen en la naturaleza, pero los pobladores las han mantenido en condiciones de semicultivo y gracias a esta práctica todavía se conservan algunos ejemplares (Salazar-Rojas *et al.*, 2007).

Algunas otras especies como *Laelia albida* se encuentra semicultivada en árboles de mezquite (*Prosopis*), zapote blanco, (*Casimiroa edulis*), xoconostle (*Opuntia*) y encinos (*Quercus*) en el Valle de Zapotitlán Salinas (Santos *et al.*, 2006). Y a *Laelia autumnalis* en árboles injertos de tejocote con pera en algunos pueblos de la región purépecha de Michoacán (obs. pers). Por ello, podemos decir que históricamente diversas especies de orquídeas han sido cultivadas y propagadas vegetativamente por separación de los seudobulbos debido a la gran importancia social, cultural y religiosa que han representado a lo largo de la historia de nuestro país (Hágsater *et al.*, 2005).

2.2.2 Generalidades sobre la propagación de orquídeas

Las orquídeas al igual que la mayoría de las plantas se pueden propagar de manera sencilla y otras con técnicas biotecnológicas muy avanzadas en medios nutritivos y condiciones controladas en laboratorios (González, 2004). La propagación o clonación se define como la reproducción de una planta a partir de una semilla, embrión o de explantes vegetativos, como segmentos de hojas, de tallos, de raíces para la producción masiva de plantas con interés hortícola y de conservación (González, 2004, Ávila y Salgado-Garciglia, 2006).

Hay tres formas de propagar las orquídeas según la Asociación Costarricense de Orquideología, 2011. La primera, es por separación de los pseudobulbos de las plantas madres, (Ramírez, 1996, Menchaca y Moreno, 2011). Esta técnica de propagación ha sido muy apropiada para los cultivos tradicionales de traspatio, que son aquellos cultivos que requieren de poca atención y no requiere de sofisticadas herramientas, ni de gran inversión de recursos (Hágsater *et al.*, 2005). Sin embargo para los cultivos comerciales no es idónea, debido al lento crecimiento y al limitado número de plantas que se pueden obtener (Damon, 2006).

Al emplear esta técnica es necesario dividir la planta madre en segmentos mayores a tres pseudobulbos para asegurar el éxito en la supervivencia, porque el número de pseudobulbos está ligado al crecimiento, vigor, rebrote en la nueva planta (Asociación Costarricense de Orquideología, 2010). Además la producción de flores y su tamaño también está ligada al número de pseudobulbos (Yong y Hew, 1995). Y cuando el segmento separado es menor, la planta presenta problemas de crecimiento debido a que no posee la suficiente fuente de energía para contribuir al crecimiento del nuevo brote (Asociación Costarricense de Orquideología, 2010).

A pesar de que esta técnica es muy común, solo se ha reportado para seis especies de orquídeas *Cattleya iricolor*, *Cattleya luteola*, *Cattleya máxima*, *Cattleya mooreana*, *Cattleya rex* O' Brien, *Cattleya violácea* (Briceño, 2004) con fines comerciales y dos con fines de investigación *L. speciosa* (Pantoja-Laguna, 2005) y *Oncidium goldiana* (Yong y Hew, 1995). El uso de esta técnica ha sido muy importante para el manejo de las plantas que son rescatadas por la caída de los árboles y para el duplicado de plantas que ya no pueden producir cápsulas

(Damon, 2006). No obstante, aún existe poca información sobre los efectos del tamaño de las plantas y los sustratos tal que permita encontrar lineamientos básicos para la optimización de dichas técnicas de cultivo de bajo costo.

La segunda forma, es por la propagación generativa (propagación por semilla) que es más complicada porque en condiciones naturales las semillas de las orquídeas germinan muy poco, porque que el endospermo que rodea al embrión es muy escaso o no existe; por ello estratégicamente establecen una relación simbiótica con micorrizas (Velasco y Beltrán, 2008). Debido a este inconveniente no pueden ser propagadas por la mayoría de los cultivadores, debido a que muchos no cuentan con la infraestructura ni los recursos económicos necesarios (Asociación Costarricense de Orquideología, 2011). Gracias al cultivo *in vitro* se puede contribuir a una mayor germinación de muchas especies (McKendrick, 2000; Flores-Escobar *et al.*, 2008, Asociación Costarricense de Orquideología, 2011).

Otra forma, es la clonación conocida como propagación *in vitro* de tejidos o explantes (Alegria, 2001, González *et al.*, 2004; Ávila y Salgado-Garciglia, 2006). Este tipo de propagación es utilizada en los cultivos comerciales para la producción masiva y un mayor número de plantas en periodos cortos de tiempo para el aprovechamiento en frascos o como plantas en macetas (Ramírez, 1996; Menéndez, 2007). Mientras que en algunas instituciones educativas las propagan con el fin de reproducir especies raras o únicas para incrementar su número en el medio silvestre o fuera del él, como por ejemplo en los jardines botánicos y orquidearios (Ávila y Salgado-Garciglia, 2006; Flores-Escobar *et al.*, 2008).

2.2.3 Factores importantes a considerar en el cultivo de orquídeas epífitas

Para obtener un cultivo exitoso de orquídeas, es necesario comparar las condiciones naturales respecto a las artificiales a las que serán sometidas las plantas en los invernaderos y semejar lo más posible las condiciones y factores de su ambiente natural (Cavero *et al.*, 1991, Ávila-Díaz (com. pers). De esta forma, las orquídeas, como cualquier otra planta, pueden cultivarse si se les da el cuidado y las condiciones adecuadas.

Temperatura. Es un factor que está muy ligado al lugar de origen de las especies y es importante para que ocurra la floración, generalmente requieren temperaturas de 13°C a 32 °C

durante el día y de 10°C a 21°C durante la noche(Tyson, 1988).De acuerdo a su procedencia,las orquídeas se dividen en: a) orquídeas de temperaturas frías que viven en ambientes con temperaturas de 15.5°C a 21°C durante el día y 10°C a 12 °C por la noche por ejemplo el género *Cymbidium*,*Paphiopedilum*, *Dendrobium* b) orquídeas de temperaturas intermedias, en ambientes con temperaturas de 18°C a 24°C en el día y de 13°C a 16 °C por la noche citando a los géneros *Cattleya*, *Oncidium*,*Brassavola* c) orquídeas de temperaturas cálidas, las cuales viven en ambientes con temperaturas más altas, de 21°C a 30°C durante el día y de 18°C a 21°C en la noche como las especies de los géneros *Vanda* y *Phalaenopsis*, *Dendrobium*(Tyson, 1988).

Luz. Las orquídeas como otras plantas, requieren de la luz para poder realizar el proceso de fotosíntesis y crecimiento(Menchaca y Moreno, 2011). Generalmente se recomienda someter a las plantas a la mayor cantidad de luz que toleren, sin que las lesione porque demasiada luz provoca que las hojas se tornen amarillentas, mientras que poca luz impide el desarrollo del nuevo brote y la floración (Murguía, 2007). En luz adecuada, las hojas presentan una coloración verde clara, con una superficie brillante en el nuevo crecimiento, y la planta florece regularmente (Murguía, 2007; Ávila-Díaz (com. pers).

Ventilación. El aire en constante movimiento es una buena garantía para el crecimiento y el desarrollo de las orquídeas.Es un factor determinante para el desarrollo de la parte vegetativa y la raíz porque las orquídeas requieren de un movimiento constante de aire húmedo que ayuda a su buena salud y a disminuir la incidencia de plagas y enfermedades fúngicas, además provee el dióxido de carbono para el proceso de fotosíntesis (Freuler, 2007).

Humedad.En general se recomienda entre 40% y 80% de humedad relativa en el ambiente (Rollke, 2010). La mayoría de las orquídeas epífitas se desarrollan mejor en ambientes donde la humedad relativa del aire está entre 60% y 80% (Freuler, 2007) y aquellas especies de ambientes estacionales requieren de menores porcentajes de humedad relativa.Ávila-Díaz (com. pers).

Riego. En las orquídeas epífitas se debe mojar toda la planta con riego abundante o riego ligero, que consiste en una rápida aspersión, de modo que se tengan periodos de humedad y sequía para conservar en buen estado las raíces de la planta (López *et al.*, 2005). Se

recomienda que en verano e invierno se disminuya el riego manual, ya que cuando llueve, se tiene abundante agua y durante el invierno en general hay periodos de sequía (Ávila-Díaz (com. pers). Por lo tanto es importante mantener un riego adecuado ya que un riego excesivo puede causar la pudrición de las raíces o aparición de hongos que son difíciles de eliminar (Ruiz, 1997; Murguía, 2007; Menchaca y Moreno, 2011).

Fertilización. Las orquídeas, necesitan nutrientes para su crecimiento, desarrollo y reproducción. En la naturaleza las orquídeas epífitas obtienen sus nutrientes del agua que escurre por la corteza del tronco, pero cuando las cultivamos fuera de su ambiente natural en medios artificiales como macetas, canastas y troncos; es necesario suplirles los nutrientes en forma artificial (Menchaca y Moreno, 2011). Estos nutrientes les ofrecen varias ventajas como un incremento en el crecimiento vegetativo y desarrollo de la floración. Generalmente los fertilizantes para orquídeas vienen en forma de sales solubles en agua o líquidas orgánicas o inorgánicas a concentraciones de nitrógeno, fósforo y potasio (N-P-K) 30-10-10 llamada fórmula de crecimiento, 10-10-10, 20-20-20, 18-18-18 1 g/l que se utilizan en cualquier época del año y 10-30-20 fórmula para la floración (Freuler, 2007; Murguía, 2007).

2.2.4 Sustratos utilizados en el cultivo de orquídeas

En todo cultivo de orquídeas se deben considerar, si la planta es terrestre o epífita ya que son diferentes los requerimientos de cultivo, sin embargo la mayoría de los requisitos para los sustratos son los siguientes a) drenaje adecuado, b) pH de 5 a 6, c) buena duración, d) de bajo costo y e) debe ser abundante (López *et al.*, 2005).

De acuerdo al hábito de vida de las orquídeas, el sustrato a usar puede variar de tamaño y de textura. Las orquídeas terrestres requieren de un sustrato más fino con tierra y arena de río o tezontle (pequeñas rocas porosas de origen volcánico) de partículas finas y otros componentes ricos en materia orgánica que permitan conservar la humedad y drenaje (López *et al.*, 2005; Ávila-Díaz, com. pers). Las orquídeas epífitas requieren de un sustrato que les brinde buen suministro de aire y buen drenaje (Beardsell *et al.*, 1979; Cavero *et al.*, 1991; Cabrera, 1999; Iskander, 2002), el cual, será más fino si las raíces de la planta a cultivar son delgadas, o de partículas más grandes si las raíces de dicha planta son más gruesas (Murguía, 2007).

Los sustratos utilizados en el cultivo de orquídeas de importancia ornamental, varían dependiendo del tipo de orquídeas, disponibilidad del material, costo y durabilidad. Los más comunes son: **Corcho** que es un material poroso, liviano y retiene poca humedad es ideal para *Cattleyas*. **Corteza de pino** es bueno para varias especies de *Cattleyas* y *Miltonia*, *Cymbidium*, *Phalaenopsis*, *Dendrobium* (Murguía, 2007, Stefanelo *et al.*, 2009; Córdova, 2003), mientras que el **carbón vegetal** también es usado para *Cattleyas*, *Paphiopedilum*, *Dendrobium*, *Vanda* (Aparecida *et al.*, 2010). El **musgo** del bosque se ha empleado en *Phalaenopsis*, *Oncidium*, *Cambria* y *Dendrobium* por sus buenas propiedades físicas. La **Fibra de helecho** es un excelente sustrato para todo tipo de orquídeas, especialmente útil para las especies de los géneros *Dicksoniaceae*, *Cyatheaceae*, pero debido a la disminución de estos helechos está prohibida su extracción (Seidel y Augusto, 2011; Nieto, 2008). Recientemente se ha usado la **fibra de coco** en varias texturas para *Oncidium*, *Cattleyas*, *Dendrobium* (Colombo *et al.*, 2005; Assis *et al.*, 2005; Amaral *et al.*, 2010) y el **tezontle** para algunas *Laelias* (Murguía, 2007; Ávila-Díaz *et al.*, 2009). Existe otro sustrato conocido como espuma o esponja sintética combinado con otros sustratos para *Laelia purpurata* y especies del género *Cymbidium* (Murguía, 2007; Hideaki *et al.*, 2008). **Humus o bien tierra arcillosa** es bueno para las orquídeas terrestres como *Spiranthes*, *Bletia*, *Govenia*, *Habenaria*, entre otras (López *et al.*, 2005). Ramas de árboles, pueden ser buenos para varias especies, sin embargo el utilizar este sustrato implica daño a otros elementos del ecosistema, a menos que sean ramas tiradas en el bosque (Ávila-Díaz, com. pers).

La mayoría de los estudios que han probado sustratos, han evaluado diversos parámetros de las plántulas de orquídeas durante el proceso de la aclimatación (el paso de plántulas cultivadas *in vitro* a crecimiento *ex vitro*), como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Sustratos óptimos utilizados durante la aclimatación de plántulas de diversas especies de orquídeas (revisión de 1996 a 2011).

Espece (s)	Parámetros evaluados	Sustrato óptimo	Autor
<i>Brassocattleya pastoral</i> ‘Rosa, <i>Miltonia regnelli</i> X <i>Oncidium crispum</i>	Masa fresca total, altura, número de pseudobulbos, número de brotes, número de flores, volumen radicular.	Cascara de arroz	Yamakami <i>et al.</i> , 2009
<i>Brassocattleya pastoral</i> , y <i>Laeliocattleya Amber</i>	Crecimiento; número de hojas, raíces, longitud del tallo y raíz, peso fresco, seco de brotes y raíces.	Helecho, Platmax®1:1 (v/v), Plantmax®, vermiculite y helecho 1/1/1, (v/v/v)	Villa <i>et al.</i> , 2007
<i>Cattleya chocolate drop</i>	Número de raíces, altura, peso de materia fresca, número de brotes.	Fibra de coco en polvo con una aplicación de riego intermitente	Colombo <i>et al.</i> , 2005
<i>Cattleya forbesii</i> , <i>Laelia purpurata</i>	Vigor, altura de la planta.	Tierra batida y turba de piedra	Seidel y Augusto, 2011
<i>Cattleya intermedia</i> y <i>Miltonia clowesii</i>	Altura, número de raíces, longitud de raíz, número de brotes, masa fresca.	Mezcla de corteza de pino, fibra de coco, cáscara de arroz y carbón sumergida en el extracto piroleñoso	Aparecida <i>et al.</i> , 2010
<i>Cattleya loddgesii</i> Alba x <i>Cattleya loddgesii</i> Atibaia	Número de hojas, número de raíces, materia fresca de la planta, altura de la planta, longitud de la raíz.	Fibra de palma (<i>Attalea funifera</i>) con aplicación de (5,0 ml) de fertilizante foliar Biofert Plus	Araujo <i>et al.</i> , 2007
<i>Cattleya</i> , híbrido de <i>Cattleya labiata</i> y <i>Cattleya forbesii</i>	Altura de los brotes, longitud de pseudobulbo, raíz, número de raíces, número de brotes, número de flores, pH de los sustratos.	Fibra de coco con un pH de 5.0	Yamakami <i>et al.</i> , 2006
<i>Chloraea virescens</i>	Número final de hojas, número inicial y final de raíces, altura y sobrevivencia.	Turba más perlita	Ginderdeuren, 2000

Especie (s)	Parámetros evaluados	Sustrato óptimo	Autor
<i>Dendrobium Lorrie mortimer</i>	Sobrevivencia, altura, número de hojas, longitud de la hoja.	Fibra de helecho, fibra de coco	Nieto, 2008
<i>Dendrobium nobile</i>	Altura de la planta, diámetro de los pseudobulbos, número de brotes, tamaño de la raíz y pH de los sustratos.	Coco en polvo con pH 6.80 y cubos de coco con pH 6.61.	Assis <i>et al.</i> , 2005.
<i>Dendrobium phalaenopsis var. schroederianum, Dendrobium bigibbum var. compactum</i>	Diámetro de pseudobulbos, número de brotes, número de plantas con flores, número de flores, diámetro de la flor	Carbón vegetal a 12. 800 luz	Macedo <i>et al.</i> , 2011
<i>Hadrolaelia perrinii</i>	Materia seca de raíz y parte aérea, pH de los sustratos	Sustrato comercial compuesto por pequeños trozos de ramas, hojas y fibras vegetales no especificados por el fabricante. Con pH de 6.8.	Cunha, 2007
<i>Laelia purpurata</i>	Altura, número de raíz, número de hojas, diámetro de raíz, sobrevivencia	Gabazo de caña de azúcar	Hideaki <i>et al.</i> , 2008
<i>Laelia speciosa</i>	Crecimiento y diferenciación del callo de explantes de hojas	Tezontle-corteza de encino 1:1	Sarabia-Ochoa <i>et al.</i> 201
<i>Laelia speciosa</i>	Sobrevivencia, crecimiento, vigor	Tezontle-corteza de encino 1:1	Ávila-Díaz <i>et al.</i> , 2009
<i>Laelia speciosa</i>	Sobrevivencia, crecimiento de raíces, hojas	Tezontle-corteza de encino 1:1	Ortega-Loeza <i>et al.</i> , 2011
<i>Miltonia flavescens</i>	Altura de la planta, longitud de raíz, número de brotes.	Corteza de pino y fibra de coco	Stefanelo <i>et al.</i> , 2009

Especie (s)	Parámetros evaluados	Sustrato óptimo	Autor
<i>Oncidium baueri</i>	Altura, diámetro del seudobulbo, longitud de raíz, masa seca de raíz, número de brotes, pH los sustratos utilizados	Fibra de coco en polvo, mezclado con fibras de coco de diversas texturas, con pH de 6.2	Assis <i>et al.</i> , 2008
<i>Oncidium luridum</i> , <i>Encyclia phoenicea</i> , <i>Prosthechea cochleata</i>	Sobrevivencia, longitud de la planta, número hojas, número y longitud de raíces.	Fibra de coco para <i>Oncidium luridum</i> y <i>Encyclia phoenicea</i> . Fibra de coco y pergamino de café para <i>Prosthechea cochleata</i>	Rodríguez <i>et al.</i> , 2005
<i>Phalaenopsis</i> y <i>Cattleya</i>	Supervivencia, número de hojas, número longitud de raíces, altura.	Mezcla de musgo-perlita	Primitiva <i>et al.</i> , 2010
<i>Phalaenopsis</i> RJ 343, RJ 84-2	Número de hojas, área foliar, área superficial raíces, masa seca de hojas, número de raíces	Fibra de coco más corteza de pino 1:1 (v/v) con fertilizante foliar Aminon® a 0.5 ml.	Lima <i>et al.</i> , 2010
<i>Rhyncholaelia digbyana</i>	Crecimiento, vigor (desarrollo), coloración follaje, mortalidad.	Altura fue mayor en aserrín descompuesto, teja picada	Córdova, 2003
<i>Vanda tecelata</i> x <i>Vanda gordon dillon</i> BLC. <i>Cattleya drumbeat triumph</i> x BLC. <i>Cattleya pastoral</i>	Desarrollo de parte aérea, crecimiento de raíz.	Gabazo de caña de azúcar	Madeiras <i>et al.</i> , 2008

2.2.5 Sustratos utilizados en el cultivo de *Laelia speciosa*

Para el caso particular de *Laelia speciosa*, éstase ha cultivado directamente sobre troncos de encino sin resina, tejas de barro (Ávila-Díaz com. Pers, Pantoja-Laguna, 2005), tezontle y/o fragmentos de corteza de encino o de pino tratada (Ruiz, 1997). El tezontle y la combinación tezontle-corteza de encino ya se han probado en la aclimatación de plántulas propagadas *in vitro* en los estudios de Ávila-Díaz y Salgado-Garciglia, (2006), Ávila-Díaz *et al.*, (2009), Sarabia-Ochoa, (2010), Ortega-Loeza, (2011) y para *Phalaenopsis* (Espinosa *et al.*, 2000), dando buenos resultados en la supervivencia y crecimiento de las plántulas. Por este motivo se probó en los segmentos de plantas adultas.

En el cultivo de *L. speciosa* se ha probado la fibra de coco, que es un sustrato orgánico, biodegradable que se obtiene del procesamiento de desfibramiento de frutos de cocos. En otras especies como *Encycliaphoenicia*, *Maxillaria crassifolia*, *Oncidium luridum*, (Pérez *et al.*, 2006; Mora, 2008) ya se ha probado como un buen sustrato. Tampoco se ha probado la fibra de agave, un sustrato natural biodegradable de desecho industrial que no contamina y que se encuentra disponible en gran cantidad. Es obtenido del proceso industrial de la elaboración del tequila del Agave azul *Agave tequilana*.

2.3 OBJETIVOS

2.3.1. Objetivo general

1. Evaluar el éxito del cultivo *ex situ* de segmentos de *Laelia speciosa* derivados de la extracción de flores de poblaciones naturales, y explorar la optimización vía el tipo de sustrato y el tamaño de los segmentos, para propiciar un cambio clave en la forma de utilización del recurso, de flores a plantas de ornato, que pueda ayudar a disminuir la presión sobre las poblaciones naturales.

2.3.2. Objetivos particulares

1. Evaluar la duración de las flores en función del tamaño del segmento
2. Evaluar la supervivencia de segmentos de diferente tamaño de *L. speciosa* en cuatro sustratos de cultivo
3. Determinar el crecimiento de pseudobulbos, hojas y raíces, así como el número de brotes y el vigor de los segmentos de diferente tamaño de *L. speciosa* en cuatro sustratos de cultivo
4. Evaluar la presencia de flores en los segmentos de diferente tamaño de *L. speciosa* en los diferentes sustratos de cultivo

2.4 HIPÓTESIS

Los segmentos de *Laelia speciosa* compuestos de uno o dos pseudobulbos pueden ser cultivados exitosamente en condiciones de casa sombra, usando sustratos de bajo costo, que sugieran la posibilidad de disminuir el daño a las poblaciones silvestres mediante la extracción de segmentos de tamaño mínimo, en contraposición a la creencia de que extraer y comprar segmentos más grandes es mejor.

Las fibras de desecho industrial pueden ser apropiadas como un sustrato alternativo para el cultivo de los diferentes tamaños de los segmentos.

2.5 MATERIALES Y MÉTODOS

2.5.1. Ubicación del ensayo

El experimento se desarrolló durante julio del 2011 a julio de 2012 en una casa sombra con condiciones de temperatura ambiente del Centro de Investigaciones en Ecosistemas (CIEco) de la Universidad Nacional Autónoma de México. Morelia, Michoacán. Para el experimento se utilizaron plantas silvestres de *L. speciosa* ubicadas en un bosque de encino (*Quercus deserticola*), localizada a 19°37.988' N y 101°29.161 W y 2361 msnm en el Cerro, "El Olvido" de La Noria del Municipio de Tzintzuntzan, Michoacán.

2.5.2 Descripción del ensayo

En la población natural se eligieron de manera aleatoria un total de 236 plantas con flores. A cada planta se le cortó un segmento consistente en uno, dos o cuatro pseudobulbos terminales con al menos una flor por segmento (Fig.1); siguiendo el método tradicional que practican los pobladores de esta región. Este método consiste en extraer manualmente el nuevo brote floral, acompañado de uno ó varios pseudobulbos de años anteriores. Estos pseudobulbos se caracterizan por estar arrugados y atrás del nuevo brote floral.

Los segmentos extraídos fueron debidamente etiquetados y transportados en cajas de madera al laboratorio de Ecología Funcional y Restauración de Bosques del (CIEco) para su cultivo. Para cuantificar la duración en días de la flor fresca con fines de ornato, se mantuvieron los segmentos en el laboratorio lejos de la luz solar directa. Una vez marchitas las flores, los segmentos se trasplantaron a cuatro sustratos diferentes correspondientes a fibra de agave, fibra de coco, tezontle-corteza 1:1 y tezontle en macetas plásticas, hasta cubrir toda la maceta con el sustrato (Fig. 1, 2), y llevados al invernadero.

Las macetas fueron de 18.5 cm de largo y 21 cm de ancho, con 9 orificios grandes de 1 cm de diámetro al rededor de la base y el de en medio de 2 cm de diámetro. Los sustratos fueron lavados con agua corriente, hasta que el agua escurriera cristalina excepto la corteza, posteriormente se secaron al sol durante tres semanas incluyendo la corteza.

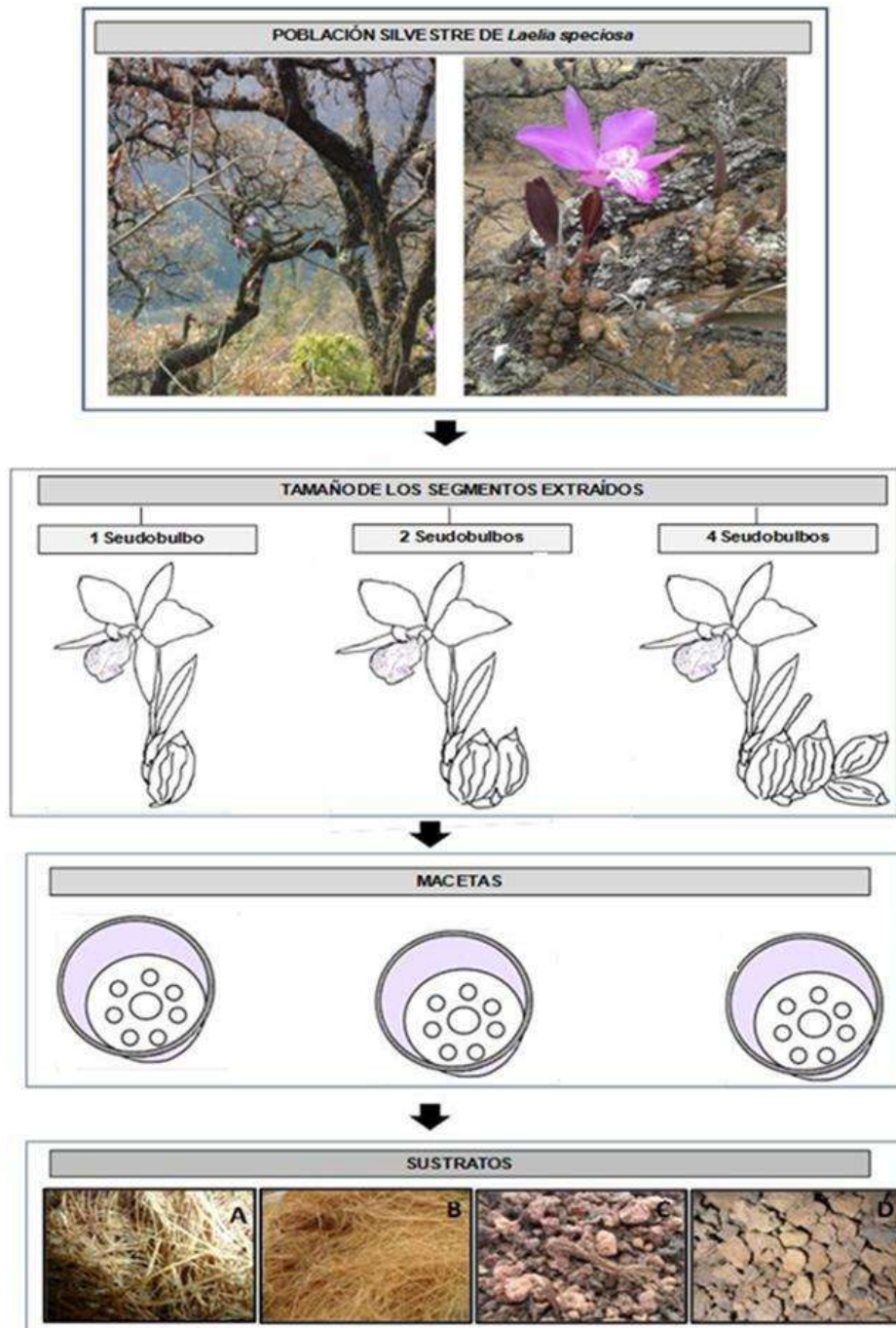


Figura 1. División y cultivo de los segmentos extraídos 1, 2 y 4 pseudobulbos removidos con flor mediante la técnica tradicional. Las letras indican el nombre del sustrato en el que fueron trasplantados A=fibra de agave, B=fibra de coco, C= tezontle-corteza y D= tezontle.

Una vez trasplantados los segmentos en los diferentes sustratos (Fig. 2), estos fueron regados una vez por semana la mayor parte del año y en la temporada de calor marzo a mayo dos veces por semana durante un año. Se regaron abundantemente con agua, hasta que quedara el sustrato bien mojado. Además se fertilizaron cada 15 días con un fertilizante foliar comercial 20:30:10 que contiene N: P: K a una dosis de 1.0 g/l de agua y se aplicó fungicida TECTO 60 una vez por mes a una dosis de 1.0 g/l de agua.

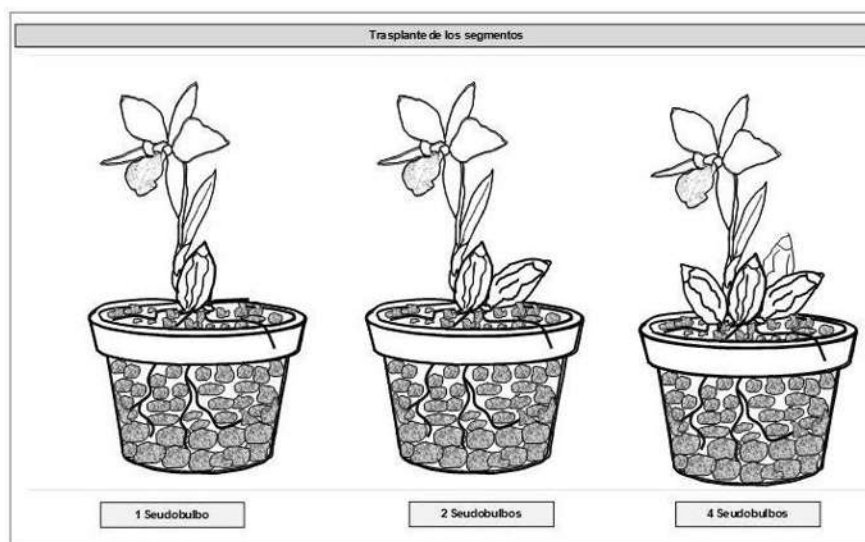


Figura 2. Trasplante de los segmentos de *L. speciosa* en las macetas plásticas y llenadas con los diferentes sustratos utilizados. En el cuadro de la parte inferior se indica el tamaño de la planta.

Cada dos meses se midió la altura y el ancho de los pseudobulbos y de las hojas, así como el número de nuevos brotes. A los 12 meses se contó el número de raíces y se midió la longitud total de las mismas, también se registró la salud visual de las plantas (vigor), y la presencia de flores.

2.6.VARIABLES OBTENIDAS

Supervivencia. Se tomaron datos del número de plantas que sobrevivieron después de 365 días de cultivo; se consideraron como plantas vivas aquellas que tenían los pseudobulbos verdes y muertas aquellas que tenían los tejidos totalmente muertos de un color café, además momificados. Con estos datos se calculó el porcentaje de supervivencia (%)= (número de plantas vivas al final del ensayo * 100)/ el número de plantas trasplantadas al inicio del ensayo) para cada tratamiento.

Crecimiento de los pseudobulbos y hojas. Después del trasplante en cada una de las plantas cultivadas se midió cada 60 días aproximadamente, el largo y el ancho total de los pseudobulbos y de las hojas. La longitud de los pseudobulbos se midió desde la base, hasta la zona de abscisión de las hojas. En el caso de las hojas desde la zona de inserción hasta el ápice de la hoja durante un año (Fig. 3A y B).

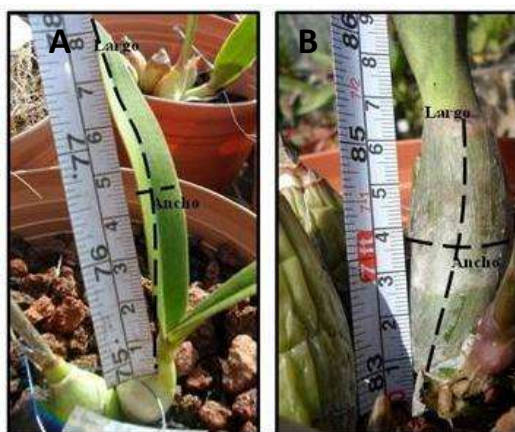


Figura 3. Medidas lineales bimestrales largo por ancho de los pseudobulbos y hojas en los segmentos de diferente tamaño de *L. speciosa*.

Con estas medidas registradas, se calculó el volumen, área foliar inicial y final, para evaluar el RGR (crecimiento relativo anual) de los pseudobulbos y hojas en cada uno de los sustratos. El volumen cm^3 se calculó mediante la fórmula matemática de un ovoide.

$$\text{Vol cm}^3 = \frac{4}{3} * (\pi) * (L/2) * (A/2) * (A/2) L = \text{Largo, A} = \text{Ancho.}$$

El área foliar m² con el método no destructivo, basado en la estimación a partir del largo y ancho total de las hojas, con la fórmula:

$$AF_{cm^2} = \pi * (L/2) * (A/2) \quad L = \text{largo}, A = \text{ancho}$$

La tasa de crecimiento relativo (RGR) de las hojas se define como el incremento de área foliar, por unidad de área foliar inicial en un intervalo de tiempo. En este caso se calculó por día con la fórmula:

$$RGR = \frac{\ln A_2 - \ln A_1}{T_2 - T_1}$$

Ln: Logaritmo natural, **A₂** y **A₁** crecimiento de las plantas en lecturas sucesivas, **T₂** y **T₁** días medidos.

Número de brotes. Después del trasplante de las plantas en los sustratos, se registro aproximadamente cada 60 días el número de brotes nuevos (seudobulbos) desarrollados en los sustratos durante un año. Posteriormente se calculo el número de brotes totales por tamaño de planta en cada sustrato.

Crecimiento de raíces. Después de 12 meses de cultivo en la casa sombra, las plantas se sacaron de la maceta, para contar el número de raíces nuevas producidas y la longitud total de todas ellas para cada una de las plantas. Todas las raíces desarrolladas en las plantas fueron nuevas porque se desarrollaron en los sustratos y las raíces viejas con las que se extrajeron murieron porque se observaron los tejidos totalmente muertos de color negro.

Vigor. A los doce meses de cultivo se evaluó en todas las plantas el estado fisiológico visual observado. Para evaluar este parámetro se establecieron tres categorías de vigor clasificando a las plantas en tres categorías. En la categoría 1 se incluyeron todas aquellas plantas que se veían enfermas con síntomas de clorosis o necrosis en los pseudobulbos y en las hojas (Fig. 4A). En la categoría 2 todas aquellas que se observaron con estrés hídrico en los pseudobulbos y hojas (Fig. 4B), finalmente en la categoría 3 a todas aquellas plantas que se

observaron sanas de color verde y bien vigorosas, carentes de síntomas de las categorías 1 y 2 (Fig. 4C).

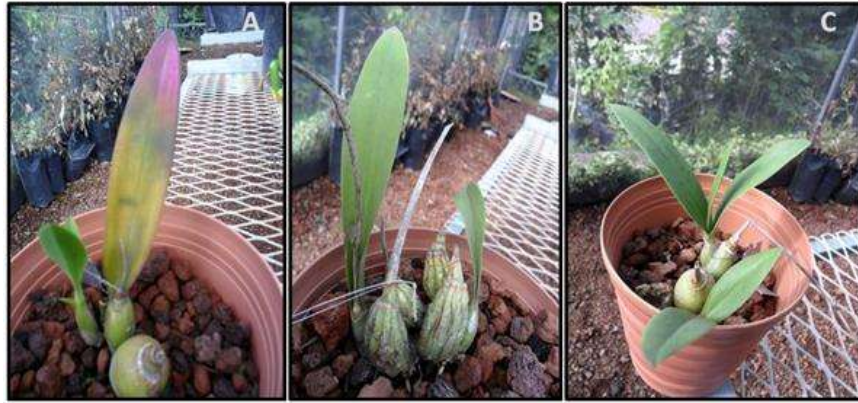


Figura 4. Categorías de vigor de los segmentos de *L. speciosa* medidos después de un año de su cultivo.

Presencia de flores en los pseudobulbos cultivados. Se registró el número de plantas que produjeron flores en dos tiempos, al término del primer año y al término del segundo año de cultivo.

2.7 ANÁLISIS DE DATOS.

El diseño estadístico implementado fue al azar con dos factores que fueron tamaño de los segmentos y los cuatro sustratos, en donde el primer factor tuvo tres niveles (1, 2 y 4 pseudobulbos), y el segundo, cuatro (fibra de agave, fibra de coco, tezontle-corteza 1:1 y tezontle para un total de 12 tratamientos).

Para determinar los efectos del tamaño de la planta y del sustrato sobre las variables del crecimiento de los individuos de *L. speciosa*, se utilizaron modelos de ANOVA de dos vías, considerando como primer factor el tipo de sustrato con cuatro niveles, el segundo factor como el tamaño de la planta con tres niveles. Las variables de respuesta así analizadas fueron: la tasa relativa de crecimiento en volumen de pseudobulbos (RGR pseudobulbos), la tasa relativa de crecimiento en área foliar (RGR área foliar), el número de brotes y raíces, y la longitud total del sistema radicular. Posteriormente, en los casos en que los que se detectaron efectos significativos, se compararon las medias entre tratamientos y/o tamaños, mediante una prueba de Tukey-Kramer HSD con un nivel de significancia del 95%. Las variables de conteos se transformaron para obtener distribuciones normales de los errores.

Para las variables que no cumplieron con los supuestos para un análisis de varianza, como la producción de flores, el vigor y la supervivencia, se aplicaron modelos lineales logísticos, usando la función de ligamiento logit, seguido de comparación de celdas mediante pruebas de X^2 con un nivel de 95% de significancia. Los análisis de los datos se realizaron en los programas estadísticos: SAS y JMP ver 8.

2.8 RESULTADOS

2.8.1 Duración de la flor en función del tamaño de la planta después de la extracción

Después de la extracción de las plantas del medio silvestre los resultados mostraron que el número de días que la flor dura abierta, no depende significativamente del tamaño de la planta ($F= 2.01$, $P=0.01418$, Fig. 5), es decir la flor dura el mismo número de días en plantas de un pseudobulbo que en las de cuatro pseudobulbos.

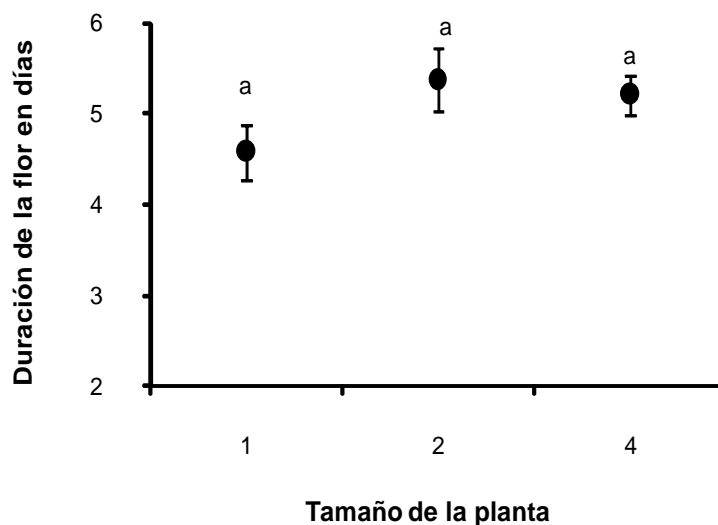


Figura 5. Efecto del tamaño de la planta sobre la duración de la flor después del corte de los pseudobulbos en *L. speciosa*. El tamaño de la planta = al tamaño del segmento extraído 1, 2 y 4 pseudobulbos. Los datos son los promedios de los individuos por tratamientos de corte, y las líneas verticales indican un error estándar. Los sustratos que no compartan letras difieren significativamente ($P < 0.05$).

2.8.2 Supervivencia

Las plantas cultivadas por un año tuvieron en general supervivencias altas, con un promedio mayor o igual al 80%. La supervivencia no varió significativamente con el tamaño de la planta ($\chi^2=4.088$, $P=0.1295$, Fig.6 A) pero sí con el sustrato ($\chi^2=8.90$, $P=0.0306$), (Fig. 6B). La supervivencia tendió a ser más alta en los sustratos con tezontle, y más baja en las

fibras, aunque la diferencia más notable se detectó entre el tezontle con un 93% y la fibra de agave con un 80% (Fig. 6B).

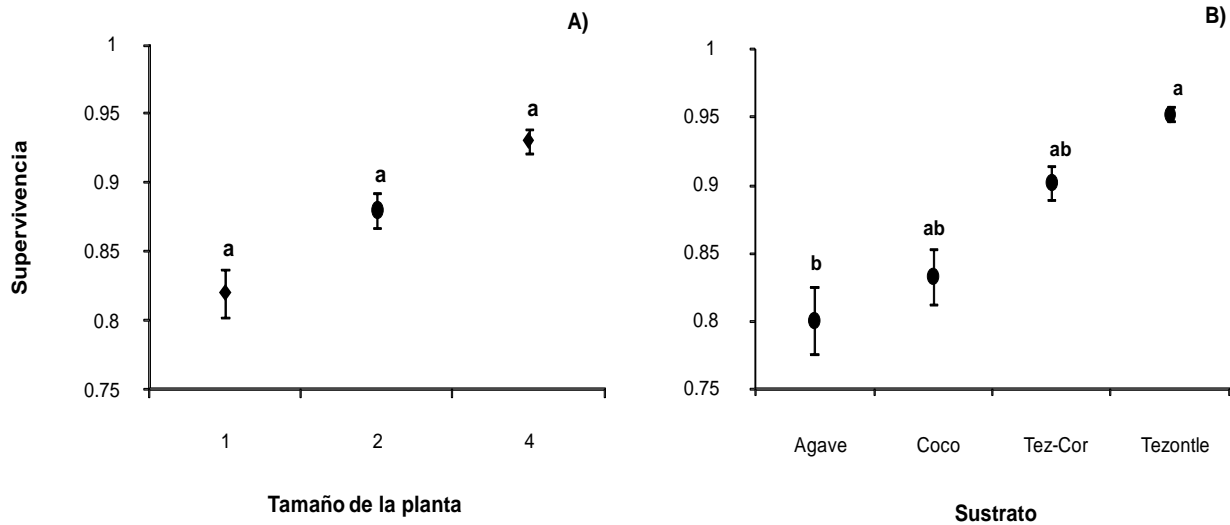


Figura 6. Efecto del tamaño de la planta y del tipo de sustrato sobre la supervivencia de *Laelia speciosa*. A). Supervivencia por tamaño de la planta, (B)..Supervivencia por sustrato. Las letras tez-cor = tezontle combinado con corteza de encino 1:1. El tamaño de la planta = al tamaño del segmento extraído 1, 2 y 4 pseudobulbos. Las líneas verticales indican un error estándar. Los sustratos que no comparten letras, difieren significativamente ($P < 0.05$).

2.8.3 Crecimiento relativo de los pseudobulbos en condiciones de cultivo

La tasa de crecimiento relativo en volumen de la planta varió entre tamaños y dichos efectos variaron a su vez con el tipo de sustrato, como lo indica un efecto significativo de la interacción entre tamaño y sustrato (Cuadro 2).

Cuadro 2.

ANOVA del crecimiento relativo de los pseudobulbos de *L. speciosa*, en función del sustrato y tamaño de la planta. Los valores significativos ($P \leq 0.05$) se resaltan en negrita.

Variable	Gl	F	P
Sustrato	3	1.05	0.370
Tamaño de la planta.	2	8.95	0.000
Sustrato*Tamaño de la planta	6	2.51	0.023

Tamaño de la planta= tamaño de los segmentos (1, 2 y 4 pseudobulbos), el asterisco (*) indica interacción.

Las plantas conformadas por uno y dos pseudobulbos, tuvieron un crecimiento promedio mayor que aquellas plantas de cuatro pseudobulbos (0.0022 cm^3), específicamente para aquellos sustratos con tezontle, en tanto que el tamaño no afectó el crecimiento sobre las fibras de coco y agave (Fig. 7). La tasa de crecimiento en volumen alcanzó su máximo ($0.0031 \text{ cm}^3/\text{cm}^3/\text{día}$) en aquellas plantas de un solo pseudobulbo en el sustrato de tezontle y corteza de encino (Fig.7).

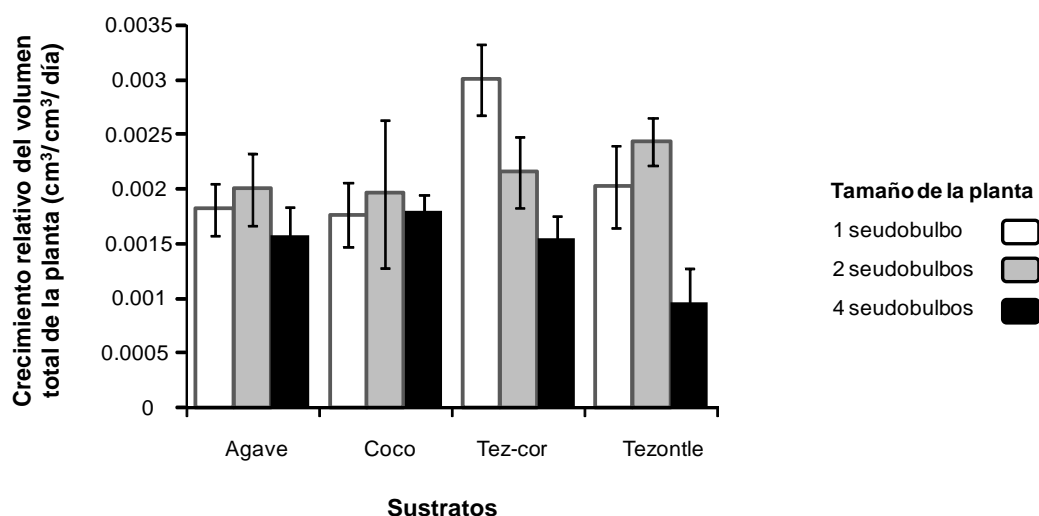


Figura 7. Crecimiento relativo en volumen ($\text{cm}^3/\text{cm}^3/\text{día}$) para plantas de *L. speciosa* por tamaño de la planta y tipo de sustrato. Las líneas verticales indican un error estándar.

2.8.4 Crecimiento relativo de las hojas en condiciones de cultivo

En promedio los individuos de *L. speciosa* presentaron una tasa de crecimiento en área foliar de $0.0007 \text{ cm}^2/\text{cm}^2/\text{día}$, y esta no varió significativamente ni con el tamaño de la planta, ni con el tipo de sustrato (Cuadro 3, Fig. 8).

Cuadro 3.

ANOVA del crecimiento relativo en área foliar de los individuos de *L. speciosa* en función del sustrato y tamaño de la planta. Los valores significativos ($P \leq 0.05$) se resaltan en negrita.

Variable	gl	F	P
Sustrato	3	1.45	0.229
Tamaño de la planta	2	2.49	0.086
Sustrato*Tamaño de la planta.	6	1.11	0.359

Tamaño de la planta= tamaño de los segmentos extraídos (1, 2 y 4 seudobulbos), el asterisco (*) indica interacción.

Sin embargo se observa cierta tendencia a un mejor crecimiento del área foliar en las plantas más grandes de cuatro pseudobulbos en el tezontle, pero dicho patrón no fue significativo (Fig.8).

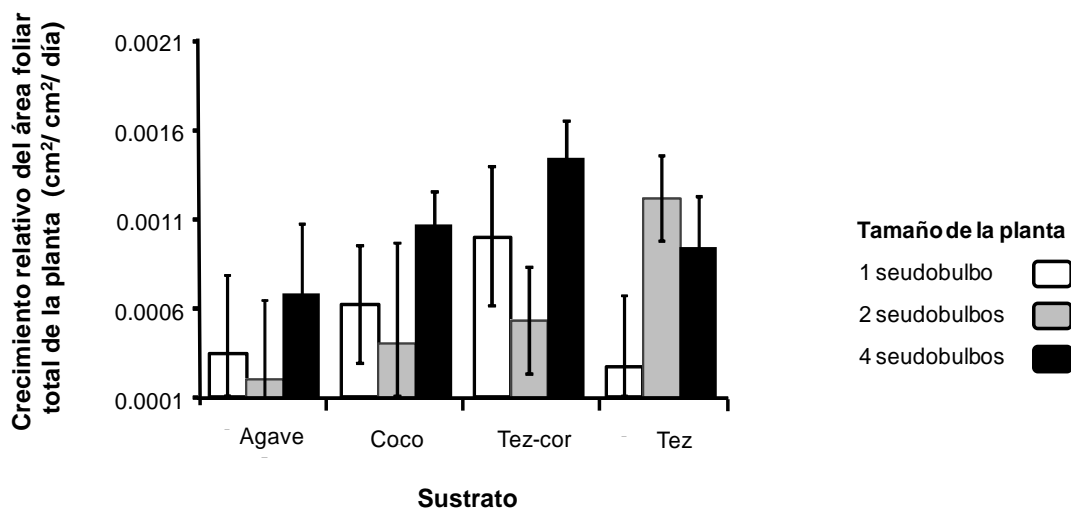


Figura 8. Crecimiento relativo $\text{cm}^2/\text{cm}^2/\text{día}$ del área foliar de *L. speciosa* por tamaño de la planta y tipo de sustrato. Las líneas verticales indican el error estándar.

2.8.5 Número de nuevos brotes

El tamaño de la planta y el tipo de sustrato no afectaron significativamente la producción de nuevos brotes (Cuadro 4).

Cuadro 4. ANOVA del número de brotes por individuos de *L. speciosa* en función del sustrato y tamaño de la planta. Los valores significativos ($P \leq 0.05$) se resaltan en negrita.

Variable	gl	F	P
Sustrato	3	1.30	0.277
Tamaño de la planta.	2	1.60	0.205
Sustrato*Tamaño de la planta.	6	0.40	0.876

Tamaño de la planta= tamaño de los segmentos extraídos 1, 2 y 4 pseudobulbos, el asterisco (*) indica interacción.

Esto indica que todas las plantas de los tres tamaños tienen la capacidad de producir al menos un brote en los diferentes sustratos estudiados y que los sustratos proporcionan condiciones similares para el desarrollo de nuevos pseudobulbos (Fig.9).

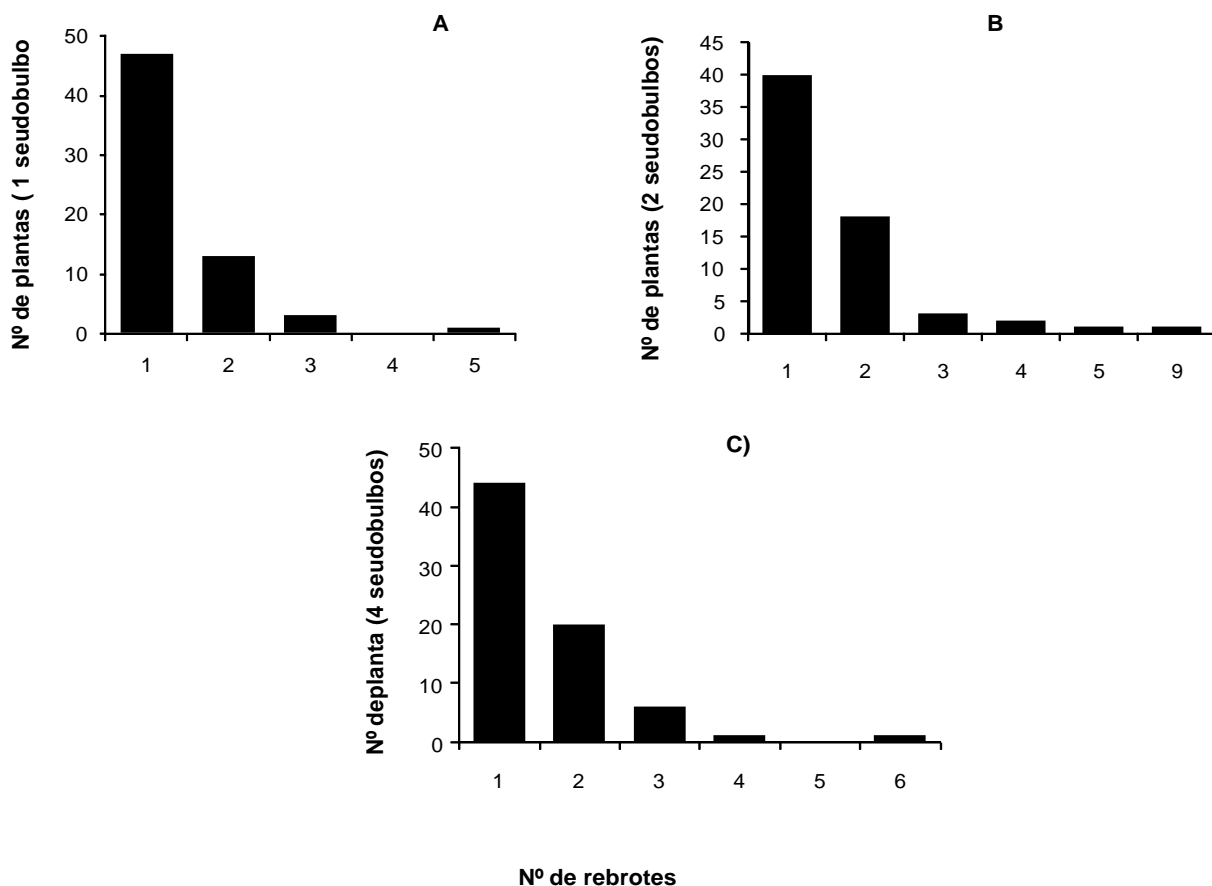


Figura 9. Número de brotes de *L. speciosa* por tamaño de planta después de un año de su cultivo en la casa sombra.

2.8.6 Desarrollo de las raíces

El desarrollo radicular de la orquídea *L. speciosa* se representa con el número de raíces totales por unidad de volumen y la longitud de las raíces por volumen de pseudobulbos cm/cm^3 . Al inicio del trasplante el número de raíces fue cero y todas las raíces contadas y medidas fueron producidas en los sustratos durante el periodo del cultivo. Su vigor en los diferentes sustratos, fue bueno, porque al momento de sacar la planta de la maceta para ser contadas y medidas, el 95 % las plantas en los cuatro sustratos tenían las raíces sanas, con

buena adherencia, buen color blanco y la punta verde, además con un grosor generalmente uniforme. El 3% de todas las plantas tenía las raíces enfermas y solo un 2% tenían las raíces muertas.

Número de raíces

El análisis de varianza mostró que los factores principales tipo de sustrato y tamaño de la planta, tienen un efecto significativo en el número de raíces producidas por individuo (cuadro 5).

Cuadro 5.

ANOVA del número de raíces por individuo de *L. speciosa*, en función del sustrato y tamaño de la planta. Los valores significativos ($P \leq 0.05$) se resaltan en negrita.

Origen	gl	F	P
Sustrato	3	3.71	0.013
Tamaño de la planta	2	6.21	0.003
Sustrato*Tamaño de la planta	6	1.52	0.175

Tamaño de la planta = tamaño de los segmentos extraídos (1, 2 y 4 pseudobulbos), el asterisco (*) indica interacción.

Como se puede observar en la Fig.10, el número de raíces por volumen total de la planta fue mayor significativamente en las plantas chicas de 1 y 2 pseudobulbos que en aquellas plantas más grandes de cuatro pseudobulbos en las fibras de agave y coco, con un promedio que varió de 0.65 a 1.38 raíces por cm^3 , que en aquellas plantas de cuatro pseudobulbos. Además en las fibras de agave y coco las plantas de uno y dos pseudobulbos produjeron un mayor número de raíces por volumen total de la planta, mientras que en los sustratos compuestos con tezontle hubo pocas raíces.

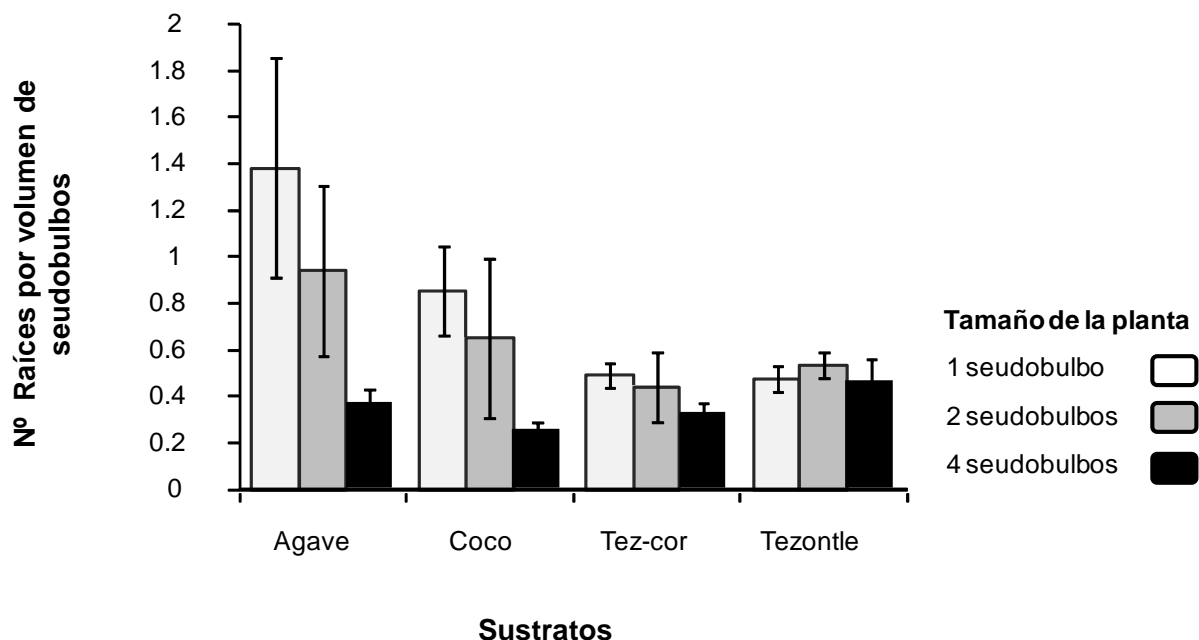


Figura 10. Número de raíces en las plantas de *L. speciosa* por tamaño de la planta y tipo de sustratos después de un año de su cultivo. Las letras tez-cor= a tezontle-corteza de roble 1:1, El tamaño de la planta= al tamaño de los segmentos extraídos 1, 2 y 4 pseudobulbos.

Longitud de las raíces

Al analizar los efectos principales y de interacción sobre la longitud total de las raíces de las plantas de *L. speciosa*, los resultados mostraron que hubo un efecto significativo del tipo de sustrato y tamaño de la planta, así como del factor interacción en la longitud total de las raíces (Cuadro 6).

Cuadro 6.

ANOVA de la longitud total del sistema radicular por individuo de *L. speciosa*, en función del sustrato y tamaño de la planta para individuos de *L. speciosa*. Los valores significativos ($P \leq 0.05$) se resaltan en negrita.

Origen	gl	F	P
Sustrato	3	6.96	0.000
Tamaño de la planta.	2	8.28	0.000
Sustrato*Tamaño de la planta.	6	2.37	0.032

Tamaño de la planta = tamaño de los segmentos extraídos (1, 2 y 4 pseudobulbos), el asterisco (*) indica interacción.

La longitud de las raíces fue significativamente mayor en los segmentos de un pseudobulbo en la fibra de agave que en el resto de los sustratos, en promedio fueron de 10 cm/cm³ de longitud, por el contrario las raíces de menor tamaño se registraron en las plantas de cuatro pseudobulbos en la fibra de coco. Mientras que las plantas cultivadas en los sustratos con tezontle tienen la longitud de las raíces muy similares (Fig. 11).

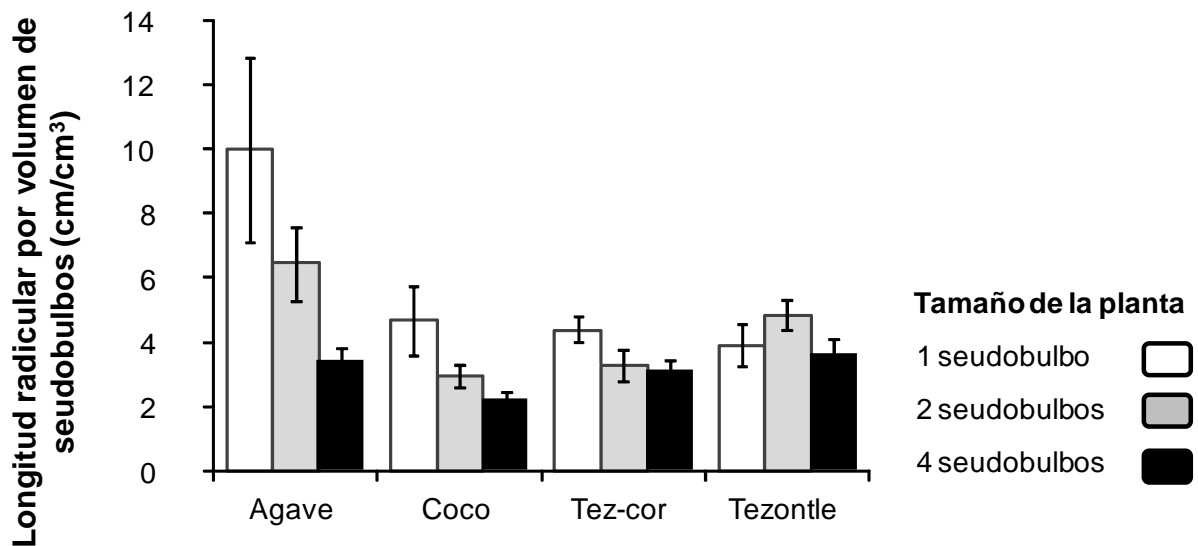


Figura 11. Longitud promedio de las raíces en las plantas de *L. speciosa* después de un año de su cultivo en los diferentes sustratos. Las letras tez-cor= a tezontle-corteza de roble 1:1, El tamaño de la planta= al tamaño de los segmentos extraídos 1, 2 y 4 pseudobulbos.

Los resultados mostraron que el desarrollo radicular, tanto en número como en longitud de las raíces fue mayor en las plantas chicas sobre la fibra de agave (Fig.12).



Figura 12. Desarrollo radicular en longitud en las plantas de *L. speciosa* por tipo de sustrato después de un año de cultivo. Las letras indican A, fibra de coco; B, tezontle; C, tezontle-corteza de encino 1:1; D, Fibra de agave.

2.8.7 Vigor

La evaluación del vigor al final del año de cultivo de las plantas de *L. speciosa* mostro que si existen diferencias significativas entre los sustratos ($\chi^2=15.13$, $P=0.0192$). Las plantas cultivadas en los sustratos compuestos por tezontle son menos saludables respecto a las plantas en las fibras (Fig. 13A). En la fibra de agave hay un porcentaje significativamente mayor de plantas sanas de alrededor del 76% que en el resto de los sustratos. Por el contrario el vigor fue similar en los tres tamaños de las plantas ($\chi^2=5.11$, $P=0.2762$, Fig. 13B).

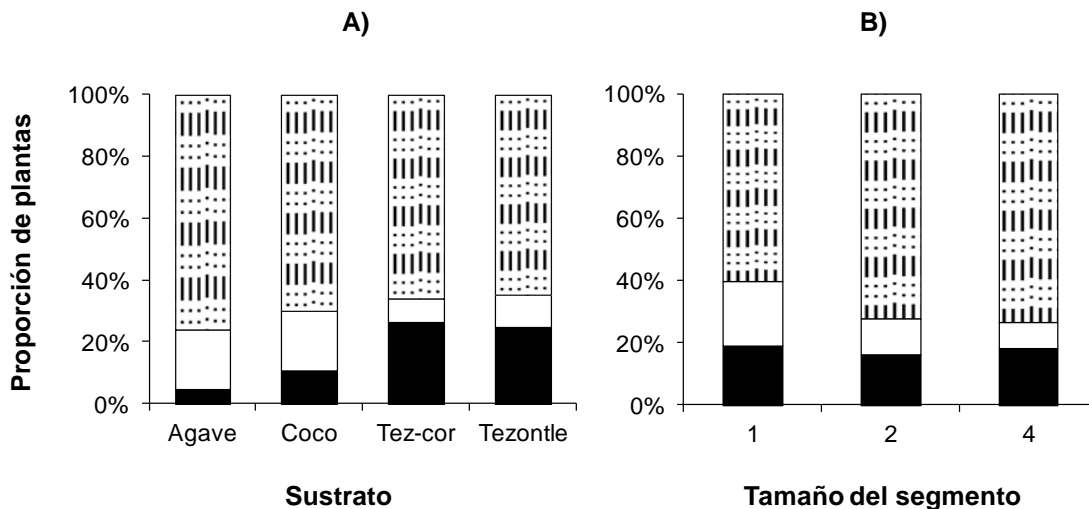


Figura 13 Vigor de las plantas de *L. speciosa* después de un año de sus cultivo **A)** Vigor de las plantas en los diferentes sustratos, **B)** Vigor por tamaño de las plantas. El color negro hace referencia a la categoría de vigor; Categoría. 1, planta enferma esta en color negro, categoría. 2 de planta conestrés hídrico, está en color blanco y la categoría 3 como planta sana con líneas punteadas.

2.8.8. Producción de flores

La producción de flores en los segmentos cultivados durante un año en general fue baja. En total hubo 9 segmentos que produjeron flores de un total de 119. Este número estuvo repartido en fibra de agave, fibra de coco, tezontle-corteza y tezontle (Fig. 14), incluso en la fibra de agave y tezontle-corteza se produjeron dos flores por inflorescencia.

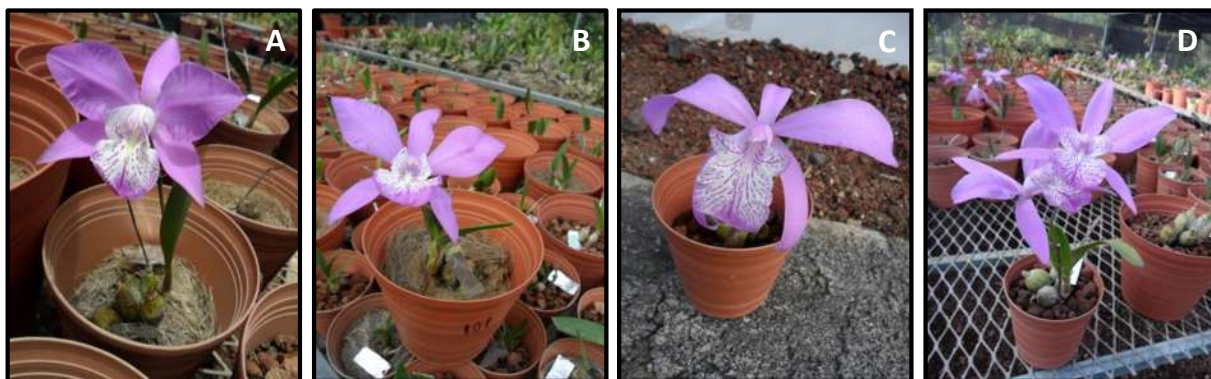


Figura 14. Producción de flores en los segmentos extraídos de *L. speciosa* al año de su cultivo en los diferentes sustratos. Las letras indican la producción de flores en **A**. Fibra de agave; **B**, Fibra de coco; **C**, Tezontle -corteza de encino 1:1 y **D**, tezontle.

Al analizar la producción de flores al término del segundo año se detectó que la probabilidad de floración cambia con el tamaño de la planta y con el sustrato (Cuadro. 7). Las plantas de un pseudobulbo tuvieron una probabilidad de floración del 0.07%, significativamente menor a la de las plantas de dos y cuatro pseudobulbos ($\chi^2=8.607$, $P=0.0135$, Fig. 14A), las cuales tuvieron una floración del 20% (Fig. 14). El tezontle con corteza fue el sustrato con mayor floración significativamente ($\chi^2=24.69$, $P=0.0001$, Fig. 14B), del 37%, en tanto que el resto de los sustratos presentaron floraciones similarmente bajas (13%).

Cuadro 7.

Modelo Lineal Logístico para los efectos del sustrato y tamaño de la planta, y su interacción, sobre la probabilidad de floración de *L. speciosa* al segundo año de su cultivo. Los valores significativos ($P \leq 0.05$) se resaltan en negrita.

Origen	gl	X^2	<i>P</i>
Sustrato	3	8.608	0.0135
Tamaño de la planta.	2	26.83	0.0001
Sustrato*Tamaño de la planta.	6	5.84	0.4409

Tamaño de la planta = tamaño de los segmentos extraídos (1, 2 y 4 pseudobulbos), el asterisco (*) indica interacción.

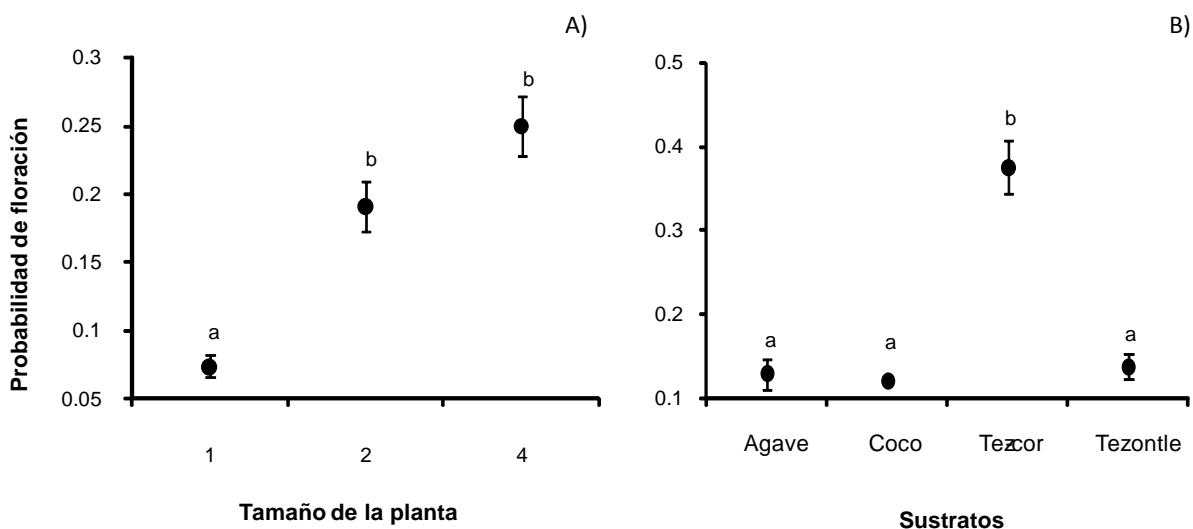


Figura 15. Efecto del tamaño de la planta y tipo de sustrato en la probabilidad de la producción de flores en *L. speciosa*. A) Probabilidad por tamaño de la planta, B) Probabilidad por tipo de sustrato. El tamaño de la planta = al tamaño del segmento extraído 1, 2 y 4 pseudobulbos. Las líneas verticales indican un error estándar. Los sustratos y el tamaño de la planta que no comparten letras difieren significativamente ($P < 0.05$).

2.9 DISCUSIÓN

Las condiciones del cultivo variaron según la época del año debido a que en la casa sombra no hubo un control sobre la temperatura, luz y humedad relativa, para que los segmentos se encontraran en condiciones ambientales semejantes al hábitat natural de *Laelia speciosa*. Se suministró agua en época de sequía y fertilización para favorecer un óptimo crecimiento en cultivo, lo cual se logró satisfactoriamente, como se describe en cada uno de los parámetros analizados como a continuación se muestra.

2.9.1 Supervivencia

Todos los tamaños de segmentos y en todos los sustratos registraron altos valores de supervivencia entre el 93% a 80%, lo que indicó que las condiciones de cultivo implementadas para *L. speciosa* fueron las adecuadas, en cuanto al trasplante, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades se refiere. Esto quiere decir que las plantas extraídas, incluso las chicas de un pseudobulbo pueden ser cultivadas con éxito en los invernaderos y en los traspacios de las casas

En trabajos previos realizados con esta misma especie, sobre la aclimatización de plántulas de *L. speciosa* propagadas *in vitro* y transferidas a condiciones de invernadero, en el sustrato tezontle-corteza 1:1, Ávila-Díaz, *et al.*, en 2009, reportan una supervivencia del 77.5% y Sarabia-Ochoa *et al.*, en 2010, del 70%. Ortega-Loeza *et al.*, 2011 registran una sobrevivencia del 97.5% al 100%.

La supervivencia más alta se presentó en el tezontle con respecto a la fibra de agave, fibra de coco y tezontle-corteza. La alta supervivencia durante el primer año de su cultivo se puede atribuir a las propiedades físicas del sustrato, ya que el tezontle presenta baja retención de agua y una alta aireación (Ríos-González, 2010; San Martín-Hernández, 2011). Su alta porosidad y baja retención de agua pudieron haber permitido que las corrientes de aire circularan fácilmente ventilando las raíces y permitiendo que el agua no se estancara en la base de la maceta, ya que el agua almacenada provoca la anoxia de las raíces y posteriormente su muerte. Dadas sus características, se asemeja más a los requerimientos de *L. speciosa* en el hábitat natural. En condiciones naturales esta especie crece sobre la corteza de

los arboles de *Quercus deserticola* con las raíces expuestas al aire y sujetas a periodos secos donde solamente reciben el agua de la lluvia y del rocío. Por este motivo es muy importante que *L. speciosa* en condiciones de cultivo sus raíces reciban una buena ventilación y tengan buen drenaje.

Otras especies de orquídeas epifitas han mostrado una altasupervivencia en otros materiales, como en la fibra de coco en el caso de *Encycliaphoenicea* que sobrevivió en 99% y *Oncidium luridum* un 86% (Rodríguez *et al.*, 2005).

2.9.2 Crecimiento

En cuanto al crecimiento de la parte fotosintética de las plantas de *L. speciosa* después de un año de su cultivo en macetas, los resultados mostraron que los segmentos chicos de un pseudobulbo crecen más en tezontle con corteza que los segmentos grandes de 2 y 4 pseudobulbos. Este crecimiento de la parte fotosintética se puede deber a:

1) Que estos segmentos son fisiológicamente más nuevos, más activos y utilizan sus reservas para crecer y sobrevivir el primer año de cultivo. Estos resultados coinciden con Zimmerman, en 1990, que menciona que plantas chicas de 1 a 3 pseudobulbos de la orquídea epífita *Catasetum viridiflavum* asignan una proporción mayor de todas las reservas almacenadas al crecimiento vegetativo. En comparación los segmentos grandes con más pseudobulbos fisiológicamente menos activos, crecen menos, ya sea porque invierten sus recursos a la producción de flores, o bien porque sus costos respiratorios son mayores.

2) Las características físicas del tezontle combinado con la corteza. Porque un material por si solo es difícil de que cumpla con las mejores condiciones fisicoquímicas para el desarrollo de las plantas. Y su mezcla con materiales inertes como el caso del tezontle con materiales orgánicos son mejor particularmente cuando se aumenta la proporción de tezontle/materiales orgánicos como lo demostró Cruz *et al.*, en 2010 con vermicomposta TE-VC1 85:15, donde se incrementó significativamente el espacio poroso total y la capacidad de aireación.

Un resultado interesante fue que la ventaja en crecimiento de aquellos pseudobulbos chicos se expresó solo en los sustratos con tezontle, sugiriendo que la buena aireación de las

raíces y el apropiado drenaje son condiciones que permiten la expresión del alto potencial de crecimiento intrínseco esperado en plantas de menor tamaño, como ha sido reportado para otras especies como *Cattleya labiata* (Yamakami, 2006), *Oncidium luridum* (Rodríguez *et al.*, 2005) y *Oncidium baueri* (Assis *et al.*, 2008). Los segmentos de dos y cuatro pseudobulbos de *L. speciosa* también presentan un buen crecimiento en fibra de coco. La fibra de agave proporciona las condiciones adecuadas para el crecimiento de los segmentos de uno y dos pseudobulbos. Estos dos sustratos son una alternativa para el cultivo de segmentos de diferente tamaño de *L. speciosa* y podrían ser útiles para otras especies de orquídeas epifitas. Es interesante hacer notar que no se han encontrado registros del uso de la fibra de Agave para el cultivo de orquídeas y en base a este estudio, se sugiere podría ser un buen sustrato alternativo, sobre todo por ser un desecho industrial. Es importante señalar que la fibra de Agave debe ser lavada con cuidado, de forma que se eliminen los azúcares residuos de la destilación del tequila para evitar que se descomponga. También se debe observar la forma de llevar a cabo el trasplante para que proporcione buen drenaje a las raíces (Ver Anexo 1).

2.9.3 Número de brotes

En todos los segmentos *L. speciosa* cultivados en los 4 sustratos estudiados, se desarrolló al menos un brote, sin diferencias significativas entre los mismos. Esto sugiere que todos los sustratos proporcionaron condiciones semejantes para el desarrollo de nuevos brotes. Resultados similares encuentra Yamakami *et al.*, (2006) para el número de brotes de *Cattleya* Lindley en los sustratos fibra de coco, helecho arborescente, cascara de arroz carbonizado, corteza de pino y sus combinaciones en 2:1v/v.

Pantoja-Laguna, en 2005, reporto para segmentos de *L. speciosa* de un pseudobulbo un promedio de 9 brotes en cilindros de tela de mosquetero con tezontle y corteza de encino en su interior, con rutinas de fertilización 24: 17: 13: combinado con tres reguladores de crecimiento (0.25 mg/l de GA₃, 0.01 de ANA y 0.01 mg/l de KIN).

2.9.4 Desarrollo radicular y vigor

Los segmentos chicos mostraron un desempeño mayor en cuanto al número y longitud de raíces, que los segmentos más grandes de 4 pseudobulbos, registrando a la fibra de agave y la

fibra de coco como los mejores medios para el desarrollo temprano de raíces. El agave además torna a las plantas más vigorosas y resistentes como se muestra en los resultados que las plantas cultivadas en este medio tienen menores porcentajes de plantas enfermas. Aparecida *et al.*, en 2009, menciona que el desenvolvimiento adecuado de un sistema radicular es un factor importante para la adaptación, crecimiento de la planta y un mayor número de raíces torna a las plantas más vigorosas y resistentes. En esta investigación, algunas plantas de *L. speciosa* en la fibra de agave tenían raíces de 40 a 80 cm de longitud, la cual es mayor a la reportada por Pantoja-Laguna, en 2005. La misma autora encontró que en la tela de mosquitero con tezontle y en tronco de corteza de encino, los segmentos de un pseudobulbo mostraron un mejor desarrollo radicular que en la teja de barro, después de un año de cultivo, alcanzando una longitud de 20 cm en tela de mosquitero y de 30 cm en el tronco.

El mayor crecimiento de la raíz de *L. speciosa* en la fibra de agave en esta investigación, se puede deber a las características físicas de este sustrato que como lo menciona Rodríguez *et al.*, en el 2005, está compuesto por fibras de diferentes tamaños que funcionan como canales de diversas dimensiones, los cuales incrementan y retienen el agua. Además el tamaño variado de las partículas de las fibras permiten un mayor espacio poroso que se mantiene dentro de los valores ideales espacio poroso (Pa) de 10-30%, espacio poroso total (Pt) de 70-90% para favorecer el intercambio gaseoso con las raíces de las plantas (Rodríguez *et al.*, 2005).

En base a los resultados obtenidos se mostró que las plantas cultivadas sobre fibra de agave y coco mostraron un crecimiento menor de la parte fotosintética, pero mayor desarrollo radicular y vigor en comparación con las plantas cultivadas en los sustratos con tezontle. En este sustrato que tiene un alto drenaje y capacidad de retener agua en los poros grandes, estimula el rápido crecimiento de la parte fotosintética mediante el uso de las reservas y disminución del vigor de los pseudobulbos. En tanto que los sustratos con fibra estimulan el desarrollo de raíces y permiten un mejor mantenimiento de las reservas en los pseudobulbos. Este resultado puede ser importante porque se sugiere que para lograr tempranamente el desarrollo de las raíces en *L. speciosa* y la capacidad de que las plantas obtengan el agua y los nutrientes, en una primera etapa deben de usarse las fibras de agave o coco y si se quiere acelerar la producción de nuevo tejido verde e incluso la floración entonces conviene usar el tezontle corteza.

Como una continuación a este estudio, se sugiere llevar a cabo estudios sobre las propiedades físicas y químicas de los sustratos utilizados.

2.9.5 Producción de flores

Los segmentos cultivados difícilmente producen flores después de un año de cultivo. Sin embargo, al segundo año la probabilidad de floración aumentó sustancialmente, es decir los segmentos extraídos, manejados de manera apropiada pueden convertirse en plantas de las cuales puede disfrutarse la producción de sus flores. Como se esperaba, la probabilidad de floración aumenta con el tamaño de la planta, como lo muestra el hecho de que las plantas con un pseudobulbo difícilmente se reprodujeron, en tanto que una de cada tres plantas grandes produjeron flores. Sin embargo, un resultado interesante fue que las plantas con dos pseudobulbos producen flores a tasas equivalentes a las de plantas grandes, sugiriendo que las reservas acumuladas en dos pseudobulbos pueden ser suficientes para disparar la floración. Mientras que Pantoja-Laguna (2005) reportó una floración normal en los segmentos de un pseudobulbo. La baja producción de flores en este estudio se puede deber al estrés efectuado por el corte y al periodo de aclimatación en el invernadero. Sin embargo se mostró una tendencia que indica que la floración depende del número de pseudobulbos que tenga la planta. Al parecer cuando el segmento es mínimo no florece porque sus reservas se destinan al crecimiento y a la supervivencia a costa de la reproducción, y cuando hay más de dos pseudobulbos aumenta esta posibilidad. Esto coincide con Zimmerman, (1990), que sugiere que la producción y número de flores está relacionado con el número de pseudobulbos en la planta; que los pseudobulbos de las plantas más grandes son más importantes para contribuir a la producción de flores que al crecimiento vegetativo en *Catasetum viridiflavum* por que la producción de flores es influenciada por las reservas mantenidas en este conjunto de pseudobulbos. De igual forma en *Oncidium Goldiana* aumentó la producción de las inflorescencias en plantas con más de 2 pseudobulbos y su tamaño fue dependiente de tres brotes conectados atrás (Yong y Hew, 1995). Un resultado muy interesante fue que el sustrato afecta de manera importante la probabilidad de floración. De hecho, la mezcla de tezontle con corteza parece favorecer el uso de reservas tanto para el crecimiento de la parte verde de la planta como para el disparo de flores, pero no así de la parte radicular de la misma. ¿Cuáles

son los mecanismos detrás de estas respuestas es una pregunta de investigación que aún queda por resolver.

2.9.6. Del manejo como flor al manejo como planta: Implicaciones para la conservación

En base a los resultados obtenidos, se conoce que los segmentos más chicos de *L. speciosa* compuestos de un pseudobulbo más la flor pueden ser cultivados exitosamente en condiciones de casa sombra o en los traspatios de las casas en sustratos utilizados previamente como el tezontle o tezontle-corteza o en sustratos alternativos como son las fibras de desecho industrial. Por lo tanto, se puede recomendar que la fracción máxima para extraer de las poblaciones silvestres es de dos pseudobulbo más el brote floral debido a que tienen la misma probabilidad de florecer que las plantas de cuatro pseudobulbos. Incentivar la extracción de plantas compuestas de dos pseudobulbos para su cultivo por parte de los compradores parece ser una alternativa importante para disminuir la presión sobre las poblaciones naturales de *L. speciosa*

Esta técnica de cultivo es una alternativa para minimizar los impactos de consumo y de extracción de ejemplares silvestres y la gran mortalidad de las plantas que van a dar a la basura, después de su uso cultural y religioso.

Mediante el cultivo se puedan rescatar y reincorporar nuevamente para que de ahí se obtenga recurso floral año con año y se pueda continuar con este uso de forma más controlada sin que haya la necesidad de extraerlas del medio silvestre. De igual forma es una alternativa para las personas que ya adquirieron una orquídea la puedan cultivar adecuadamente en los sustratos que mejor desempeño mostraron y darle un cuidado apropiado para que permanezca por más tiempo. Otra cosa importante es que la gente puede cambiar la visión de que entre más grande es el segmento extraído mayor es el tiempo de duración de la flor, nuestros resultados indicaron que esta visión se puede cambiar, que el mismo tiempo duran las flores de los segmentos chicos que de aquellos más grandes e incentivando para que cultiven los segmentos chicos.

Es urgente que en nuestro país exista un trabajo arduo y de colaboración por parte de las comunidades, centros de investigaciones y autoridades gubernamentales, para un mejor manejo de estas plantas, siendo necesario el apoyo, capacitación y concientización a los

habitantes locales, sobre los cultivos de las orquídeas en los invernaderos de forma controlada y sustentable para que adquieran un ingreso y también de la importancia de respetar grandes áreas en donde habitan estas plantas para conservar su variación genética y con esto, su potencial evolutivo (Ávila-Díaz y Oyama, 2007).

Es importante mencionar que prohibiendo la extracción o la utilización de las orquídeas a las comunidades indígenas que las han utilizado durante cientos de años, no dará resultados inmediatos para la conservación de dichas especies, porque difícilmente cambiaran sus costumbres culturales que los ha caracterizado como pueblo, solo porque está prohibida su extracción.

Es necesario hacer hincapié que en los programas de conservación de las orquídeas deben de tomarse en cuenta a los pobladores aledaños, los cuales muchas de las veces tienen un profundo interés en conservar a las orquídeas, pero no tienen las suficientes herramientas. Por este motivo es conveniente la colaboración del mismo sector social, el académico y el gubernamental, para dar una propuesta de manejo adecuada en estas comunidades de cómo aprovechar satisfactoriamente su recurso y evitar que sus hábitats sigan siendo afectados negativamente.

2.10 CONCLUSIONES

1. La duración de la flor después del corte fue similar para todos los tamaños de las plantas.
2. La supervivencia de los segmentos es alta (mayor del 80%), similar para todos los tamaños. Significativamente mayores los sustratos con tezontle que en las fibras.
3. El crecimiento de los pseudobulbos fue significativamente mayor en los fragmentos de un pseudobulbo en tezontle-corteza. En el crecimiento de las hojas en los diferentes tamaños de fragmentos y sustratos no mostraron diferencias significativas.
4. El número de brotes nuevos desarrollados es semejante en todos los tamaños de segmentos.
5. El desarrollo radicular, fue significativamente mayor en los fragmentos chicos, en cuanto a longitud, en aquellos de un pseudobulbo, en fibra de agave y en cuanto a número de raíces, en los fragmentos de uno y dos pseudobulbo(s) en las fibras de agave y de coco.
6. No se encuentran diferencias significativas en el vigor, en cuanto a número de plantas sanas de los fragmentos de diferente tamaño cultivados en los diferentes sustratos, sin embargo en cuanto al número de plantas enfermas se registran mayor número de estas en los sustratos con tezontle
7. La producción de flores fue baja en el primer año de cultivo. Mientras que en el segundo año, la probabilidad aumenta con el tamaño de la planta, así como con el sustrato(tezontle-corteza).

2.11 RECOMENDACIONES

1. Se requiere que se realicen talleres para crear una conciencia a los vendedores, compradores y habitantes en general de los pueblos aledaños del cuidado de esta orquídea y otras más
2. Es necesario que se vea a los fragmentos no como flores, sino como plantas que pueden ser cultivadas en la casa o en invernaderos, para reducir las tasas de extracción y daños a las poblaciones naturales de orquídeas.
3. Extraer el fragmento mínimo, este es un pseudobulbo con la flor.
4. Utilice soportes a base de tezontle para el cultivo de los fragmentos de tamaño mínimo de *L. speciosa* cuidando no exceder el riego.
5. Se consideren como sustratos alternativos fibras de agave y coco como buenas opciones para crecer cualquier tamaño de los fragmentos, cuidando también el exceso de riego para evitar la putrefacción.

2.12 LITERATURA

- Alegría, I.J.M. 2001. **Conservación de germoplasma de especies raras y amenazadas** (Revisión). *Invest. Agr. Prod. Prot. Veg* 16: 5-24.
- Amaral, L.T., J. Méndez, J. S. Araujo, J. Lima, T. Thiebaut, F. C. Coelho y C. B. Freitas. 2010. **Adubacao de orquídeas em substratos com fibra de coco**. *Cienc. Agrotec. Lanras* 34: 11-19.
- Aparecida-Schnitzer J. 2009. **Extrato Pirolenhoso no Cultivo de Orquídeas**. Tesis de Maestría. Agronomía da Universidad Estadual de Londrina. 58 pp.
- Aparecida, S.J., T.R.Faria, V.M. Ursi y M. Sorace. 2010. **Substratos e extracto pirolenhoso no cultivo de orquídeas brasileiras *Cattleya intermedia* (Jonh Lindey) e *Miltonia clowesii* (Jonh Lindey) Orchidaceae**. *Acta Scientiarum. Agronomy*32: 139-143.
- Araujo, G.A., M.Pascual, D. L. Ferreira, J.GCarvalho y G.A. Soares. 2007. **Substratos alternativos ao xaxim e adubacao de plantas de orquídea na fase de aclimatizacao**. *Ciencia Rural*37: 569-571
- Aserca. 2002. **La vainilla en México, una tradición con un alto potencial**. Revista de Apoyos y Servicios a la Comercialización Agropecuaria. Disponible en línea: <http://www.infoaserca.gob.mx/claridades/revistas/101/ca101.pdf>
- Assis, M. A., T. R. Faria, A. L. Colombo,yJ.F.R.Carvalho. 2005. **Utilizacao de substratos á base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lidl. (Orchidaceae)**. *Acta Scientiarum Agronomy* 27: 255-260.
- Assis, M.A., T.R. Faria, K.L. Unemoto y A.L. Colombo. 2008. **Cultivo de *Oncidium baueri* Lyndley (Orchidaceae) Em substratos a base de coco**. *Cienc. Agrotec* 32: 981-985.
- Asociación Costarricense de Orquideología. 2010. **Orquídeas. División de plantas**. 10 pp.
- Asociación Costarricense de Orquideología. 2011. **Orquídeas. Propagación de Orquídeas**.
- Ávila-Díaz I. y Salgado-Garciglia R. 2006. **Propagación y mantenimiento *in vitro* de orquídeas mexicanas, para colaborar en su conservación**. *Biológicas* 8:138-149.
- Ávila-Díaz I. 2007. **Sistema de apareamiento y éxito reproductivo femenino de la epífita amenazada *Laelia speciosa* (ORCHIDACEAE)**. Tesis doctoral. Ciencias Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 162 pp.

- Ávila-Díaz, I., K. Oyama, C. Gómez-Alonso y R. Salgado-Garciglia. 2009. **In vitro propagation of the endangered orchid *Laelia speciosa***. *Plant Cell Tiss Organ Cult* 99: 335-343.
- Beardsell, D.V., D.G. Nichols y D.L. Jones. 1979. **Physical properties of nursery potting-mixtures**. *Scientia Horticulturae* 11: 1-8.
- Briceño S. I. I. 2004. **Propagación vegetativa, fenología y comercio de seis especies del Género *Cattleya* Lindl. (ORCHIDACEAE)**. Tesis de Maestría. Facultad de Ciencias Biológicas. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Lima. 57 pp.
- Cabrera R.I. 1999. **Propiedades, uso y manejo de sustratos de cultivo para la producción de plantas en maceta**. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 5: 5-11.
- Cavero, M., B. Collantes y C. Patroni. 1991. **Orquídeas del Perú. CDC-Per. UICN. Centro de Datos para la Conservación del Perú**. Facultad de Ciencias Forestales. Universidad Agraria La Molina. Lima, Perú. 1-53 pp.
- Colombo, A., T.L. Faria, M.R. Assis, I.C.B. Fonseca 2005. **Aclimatizacão de um híbrido de *Cattleya* em sustratos de origen vegetal sob dois sistemas de irrigação**. *Acta Scientiarum Agronomy* 27: 145-150.
- Córdova Y.J.A. 2003. **Evaluación de seis sustratos y Mycoral® durante la aclimatación de vitroplántulas de las orquídeas *Rhyncholaelia digbyana***. Tesis de Licenciatura. Ciencia y Producción Agropecuaria, Zamorano. Honduras. 46 pp.
- Cruz, C.E., V.M. Sandoval, H.V. Volke, C.V. Ordaz., T.J.L. Tirado y E.J. Sánchez. 2010. **Generación de mezclas de sustratos mediante un programa de optimización utilizando variables físicas y químicas**. *Terra Latinoamericana* 28: 219-229.
- Cunha C. S. L. 2007. **Avallacão de diferentes sustratos e da inoculação de fungos**. Tesis de Maestría. IAC. Instituto Agronomico Pos. Graduacao. 53 pp.
- Damon B. A. 2006. **Cultivo rústico y sustentable de orquídeas nativas del soconusco**. Fundación Produce Chiapas, a.c. Enlace, Innovación y Progreso. 29 pp.
- Espinosa, M. J. A., A. E. A. Gaytán., R. A. E. Becerril, C. D. Jaén. y L. C. Trejo 2000. **Fertilización química y biológica de *Phalaenopsis* (ORCHIDACEAE) en condiciones de invernadero**. *Terra Latinoamericana* 18: 125-131.

- Flores-Escobar G., J. P. Legaria-Solano, I. Gil-Vázquez y M. T. Colinas-León. 2008. **Propagación in vitro de *Oncidium stramineum* Lindl. Una orquídea amenazada y endémica de México.** *Revista Chapingo Serie Horticultura* 14(3): 347-353.
- Freuler M.J. 2007. **Condiciones para el cultivo de orquídeas. Orquídeas. Una guía esencial para el cuidado y cultivo de estas increíbles y sofisticadas epifitas.** Albatros. Buenos Aires.
- Ginderdeuren R. V. 2009. **Aclimatación de plántulas de *Chlorea virescens* (Willd) Lindl. Cultivadas in vitro.** Tesis de Licenciatura. Escuela de Agronomía. Universidad Austral de Chile. 57 pp.
- González R. S. 2004. **Propagación asexual de plantas. Conceptos básicos y experiencias con especies amazónicas.** Productos editoriales y audiovisuales (Produmedios). Colombia. 55 pp.
- Hágsater, E., A. M .A. Soto, Ch. G. A. Salazar, M. R. Jiménez, R. M. A. López y R. L. Dressler. 2005. **Las orquídeas de México.** Instituto Chinoín. México.
- Halbinger F. y M. Soto-Arenas. 1997. **Laelias of México. Orquídea** (México city). 15 (1-2):134-142.
- Hernández A. 1992. **Dinámica poblacional de *Laelia speciosa* (HBK) SCHLTR (ORCHIDACEAE).** Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México 80 pp.
- Hideaki, A.R., S.L Faria y P.C. Zonetti. 2008. **Uso de sustratos alternativos na aclimatizacao de plántulas de *Laelia purpurata* Lindl (Orchidaceae).** IV Mostra Interna de Trabalhos de Iniciacao Científica do Cesumar. Paraná. Brasil.
- Iskander C.R. 2002. **Manejo de sustratos para la producción de plantas ornamentales en maceta.** Department of Horticultura Sciences.Texas A. M. University. Dallas.Texas. USA.
- Lima, A. T., J. J. Mendes, J. S. P. Araujo, T. J. T. Lima, C. F .Cunha y F. C. Barrteo. 2010. **Abubacao de orquídeas em sustratos com fibra de coco.** *Cienc-Agrot. Lavras* 34: 11-19.
- López, V.A., F. J. Pérez, C. Sosa-Moss, M. J. M. Mejía y A. L. Bucio. 2005. **El cultivo de plantas ornamentales tropicales.** Instituto para el desarrollo de sistemas de

- producción del trópico húmedo de Tabasco.** Gobierno del Estado de Tabasco. Villahermosa. Tabasco.
- Macedo, M. C., Y. B. C. Rosa, S. P. Q. Scalón, E. J. R. Junior, M. C. Vieira y M. B. Tatará
Substratos e intensidades de luz no cultivo de orquídeas denfal. *Horticultura Brasileira* 29: 168-173.
- Madeiros M. F., C. Barbosa, Z.P. Da Costa y M. R.E. Ferreira. 2008. **Avaliação do uso de bagaco de cana-de-acúcar como substrato no cultivo de mudas de orquídeas.** *Rev. Saúde e Biol* 3(2): 45-50.
- Menchaca G. R. A. 2009. **La vainilla.** *Revista de Divulgación Científica y Tecnológica de la Universidad Veracruzana.* *La ciencia y el Hombre*22: 1-2.
- Menchaca G. R y M. D. Moreno. 2011. **Manual para la propagación de orquídeas.** Comisión Nacional Forestal. 53 pp.
- Menéndez R. 2007. **Estudio de sector orquídeas in vitro.** Programa interinstitucional integrado para la diversificación de exportaciones en Honduras. 52 pp.
- Mc Kendrick S. 2000. Manual para la germinación *in vitro* de orquídeas. Disponible en Línea [www.ceiba.org/documents/CFTCpropman\(SP\)](http://www.ceiba.org/documents/CFTCpropman(SP))
- Miranda F. 1997. **Sobrevivencia de artesanías prehispánicas.** En manos Michoacanas. Colegio de Michoacán. México. 35-45 pp.
- Mora J. 2008. **Sustratos biodegradables. Corteza y fibra de coco.** A.C.O. Asociación Costarricense de Orquideología. *Ticorquídeas* 12 pp.
- Murguía G.J. 2007. **Producción de: Orquídea, Anturio, Gardenia y Ave del Paraíso.** Fundación Produce. Universidad Veracruzana. Fortín. Veracruz. 1-48 pp
- Nieto L.C.A. 2008. **Aclimatación y desarrollo en vivero de *Dendrobium* Lorrie Mortimer cultivado en seis sustratos.** Tesis de Licenciatura. Universidad centro occidental “Lisandro Alvarado” Decanato de Agronomía. Lara. Venezuela. 53 pp.
- Ortega-Loeza, M. M., R. Salgado-Garciglia, C. Gómez-Alonzo y I. Ávila-Díaz. 2011. **Acclimatization of the endangered mexican epiphytic orchid *Laelia speciosa* (H. B. K) SCHLTR.** *European Journal of Enviromental Sciences* 1:48-54.
- Pantoja-Laguna M. C. 2005. **Establecimiento de las condiciones óptimas para el cultivo en invernadero de plantas de *Laelia speciosa* H.B.K. (ORQUIDEACEAE) propagadas**

- asexualmente.** Tesis de Licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia, Michoacán, México. 73 pp.
- Pérez-Pérez A. 2003. **Demografía de *Laelia speciosa* (HBK) Schlechter (Orchidaceae). Bajo diferentes condiciones de manejo en la zona centro- norte del estado de Michoacán.** Tesis de maestría. UMSNH. Morelia. Michoacán 48 pp.
- Pérez, M. I., O. L. Vargas y Q. Y. Rodríguez. 2006. **Orquídeas cubanas: una opción tentadora para la ornamentación.** Revista del Jardín Botánico Nacional 27: 129-134.
- Primitiva D. L., J. J. Namur, S. A. Bollati y O. E. A. Arce. 2010. **Acclimatization of *Pahaenopsis* and *Catleya* obtained by micropropagation.** Revista Colombiana Biotecnológica. 7(2): 27-40.
- Ramírez J. 1996. **Orquídeas de México.** CONABIO. *Biodiversitas*5: 1-5
- Ríos-González. 2010. **Automatización del riego en sustratos.** Tesis de Maestría. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Posgraduados. 160pp.
- Rodríguez, L., R.González, A.Díaz, E. Fajardo, E. Sánchez, J. Hernández, Castañeira, G. Cruz, J. González. 2005. **Producción y recuperación de orquídeas silvestres cubanas.** [En línea]. Cuba. ISBN 959-250-156-4. *Disponible en:* www.dama.gov.com.
- Rodríguez, M.R., G.E.G. Alcantar., C.G. Iñiguez, N.F. Zamora, L.P.M. García, L.M.A. Ruiz y P.E. Salcedo. 2010. **Caracterización física y química de sustratos agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero.** *Interciencia* 35: 0378-1844.
- RollkeF. 2010. **La elección adecuada. Orquídeas.** Jardín práctico. Hispano Europea.
- Ruiz-Corro R. 1997. **Conocimiento Ecológico y de Cultivo para la conservación de Algunas especies de Orquídeas Michoacanas.** Tesis de licenciatura. Facultad de Biología. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán, México. 47pp.
- Sahuquillo BalbuenaE. 2008. **Guía de las orquídeas.** Xunta de Galicia Consellería de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible, Dirección General de Conservación de la Naturaleza 72 pp.
- Salazar-Rojas, V. M., B .E. Herrera-Cabrera, A. Flores-Palacios y I. Ocamapo-Fletes. 2007. **Traditional use and conservation of the “calaverita” *Laelia anceps* subsp. *dawsonii* f. *chilapensis* soto-arenas at Chilapa Guerrero México.** *Lankesteriana* 7: 368-370.

- San Martín-Hernández .C. 2011. **Producción de tomate (*Solanum lycopersicum L.*) en diferentes granulometrías de Tezontle**. Institución de Enseñanza e Investigación en Ciencias Agrícolas. Colegio de Posgraduados. 98 pp.
- Santos, H. L., L. E. Aguirre, C. J. Campos y G. M. Martínez 2006. **Conservación *in situ* de la flora mexicana: La Orquídea *Laelia albida*, en una reserva de la Biosfera**. *Ciencia y desarrollo en internet*. 1-10 pp.
- Sarabia-Ochoa, M., E., I, Ávila-Díaz, C. Gómez y R. Salgado-Garciglia. 2010. **Callus growth and plant regeneration in *Laelia speciosa* (Orchidaceae)**. *Lankesteriana* 10: 13-18.
- Seidel D. J. y Venturieri G. V. Agosto. 2011. ***Ex vitro* acclimatization of *Cattleya fobersii* and *Laelia purpurata* seedlings in a selection of substrates**. *Acta Scientiarum Agronomy*33: 97-103.
- Stefanello, S., E. S. Vinicus, K. L. Oliveira, J. C. F. Besson y G. M. N. Dutra. 2009. **Eficiencia de substratos na aclimatizacáo de plantas de *Miltonia flavescens* Lindl. Propagadas *in vitro***. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*2: 467-476.
- In:Tyson N. R. 1988. Your first orchids and how to grow them. pp
- Téllez V. M. A. 2011. **Diagnostico de la familia Orchidaceae en México**. Universidad Autónoma de Chapingo. 181 pp.
- Velasco L. O y B. P. Beltrán. 2008. **Orquídeas del Parque Natural sierra de Grazalema**. *Consejería de Medio Ambiente de Andalucía*. 259 pp.
- Villa F., Pereira A.R., Pascual M y A. A. Gómez. 2007. **Influencia de Substratos Alternativos na Aclimatizacáo de Orquídeas**. *Ceres*54: 501-505.
- Yamakami, J. K., R. Tadeu de Faria, M. A. Asisis y L. Rego-Oliveira. 2006. **Cultivo de *Cattleya Lindley* (Orchidaceae) em substratos alternativos ao xaxim**. *Acta Sci. Agron. Maringá* 28: 523-526.
- Yamakami, J. K., R. T. Faria y N. M. C. Stenzel. 2009. **Desenvolvimento vegetativo de *Brassocattleya pastoral* Rosa e *Miltonia gegnelli* Rchb. F. x *Oncidium crispum*, L. (Orchidaceae) em substratos alternativos a fibra de xaxim**. *Científica, Jaboticabal* 37: 32-38.
- Yong J. W. H. y C. S. Hew. 1995. **The importance of Photoassimilate Contribution from the Current Shoot and Connected Back Shoots to In Florescences Size in the**

Thon-Leaved Sympodial Orchids *Oncidium Gouldiana*. *International Journal of Plant Sciences* 156: 450-459.

Zimmernan J. K. 1990. **Role of pseudobulbs in growth and flowering of *Catasetum viridiflavum* (Orchidaceae).** *American Journal of Botany* 77: 533-542.

Anexo 1.

TRASPLANTE Y CULTIVO DE *Laelia speciosa* (ORCHIDACEAE) EN MACETAS



1.1 Trasplante y cultivo de *Laelia speciosa* en macetas

Laelia speciosa es una orquídea epífita que tiene los requerimientos de media sombra.

Su cultivo en macetas requiere de un sustrato que le brinde buen suministro de aire, buen drenaje para su

desarrollo y crecimiento.

Como sus raíces son gruesas requiere de un sustrato con partículas grandes.

Se recomienda trasplantarla en primavera e inmediatamente después del corte, o cuando recién termina su floración, porque en este periodo se desarrollan las raíces para

captar los nutrientes en la temporada de lluvia. Es importante que antes de trasplantarla en las macetas se elija el sustrato. Las macetas deben tener orificios grandes en la base para permitir una adecuada ventilación y buen drenaje. En la (Fig. 16), se muestra los pasos a seguir en el trasplante:

Para el cultivo de un pseudobulbo en maceta es recomendable el tezontle solo o combinado con corteza de encino triturada 1:1. Y las fibras de agave y de coco en greña como sustratos alternativos para cualquier tamaño de segmento.

1.2 Preparación de los sustratos

Una vez elegido el sustrato apropiado para trasplantar los pseudobulbos, se debe retirar todos los restos de la materia orgánica que no forman parte del sustrato. Si se usan las fibras, estas deben ser lavadas perfectamente con agua para quitar los residuos que tengan y ponerse en remojo con agua al menos tres días. Posteriormente enjuagarlas hasta que el agua salga cristalina. Una vez lavadas, secarlas al sol por lo menos 3 semanas antes de usarse.

1.3 Pasos a seguir durante el trasplante de *Laelia speciosa*

Paso 1. Cuando se utiliza tezontle, este debe ser pasado por una mayacriba de 0.5 mm para dejar pasar las partículas más pequeñas y queden las de textura más grande, que son las que se utilizarán. Cuando se combina con la corteza se utilizan estas partículas cribadas y se combinadas en una proporción 1:1.

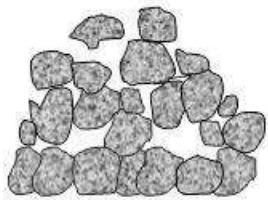
Paso 2. En caso de usar los sustratos mencionados anteriormente, primeramente se deben poner las partículas más grandes en la base de la maceta, para permitir la circulación del aire y posteriormente se rellena con el resto de partículas cribadas.

Paso 3. Se colocan los pseudobulbos que queden bien derechos dentro de la maceta y se rellena con el resto del tezontle con las partículas cribadas u otro sustrato alrededor de la maceta, hasta cubrir las raíces. Cuando se usan las fibras, estas deben ser puestas alrededor de la planta de forma ordenada, lo más verticales a los pseudobulbos. Este acomodo es importante para permitir el buen drenaje del agua y buena ventilación a la raíz. Si es necesario poner un tutor de plástico para fijar bien la planta.

Paso 4. Es importante mencionar que solo las raíces deben estar cubiertas por el sustrato, mientras que los pseudobulbos deben estar por encima del sustrato. Este paso es primordial ya que ninguno de los brotes en desarrollo o yemas de crecimiento deben quedar cubiertas totalmente por el sustrato, porque pueden morir por la falta de oxigenación, luz y por exceso de humedad.

Paso 5. Una vez que quedaron los pseudobulbos bien trasplantados, se pone una etiqueta con su nombre y dejar pasar una semana para poder regar.

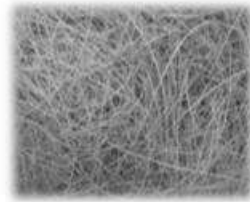
Sustratos posibles a usar



Tezontle

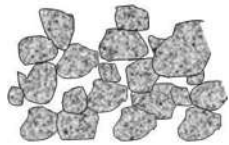


Corteza

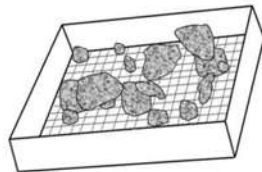


Fibras

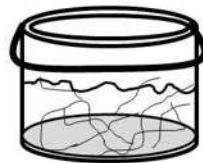
Paso 1



Tezontle

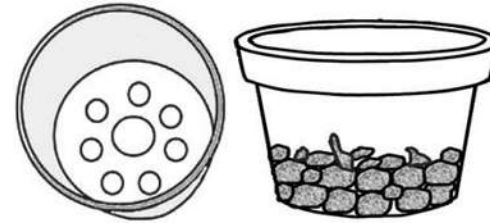


Cribar el sustrato



Enjuagar

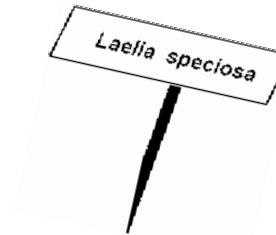
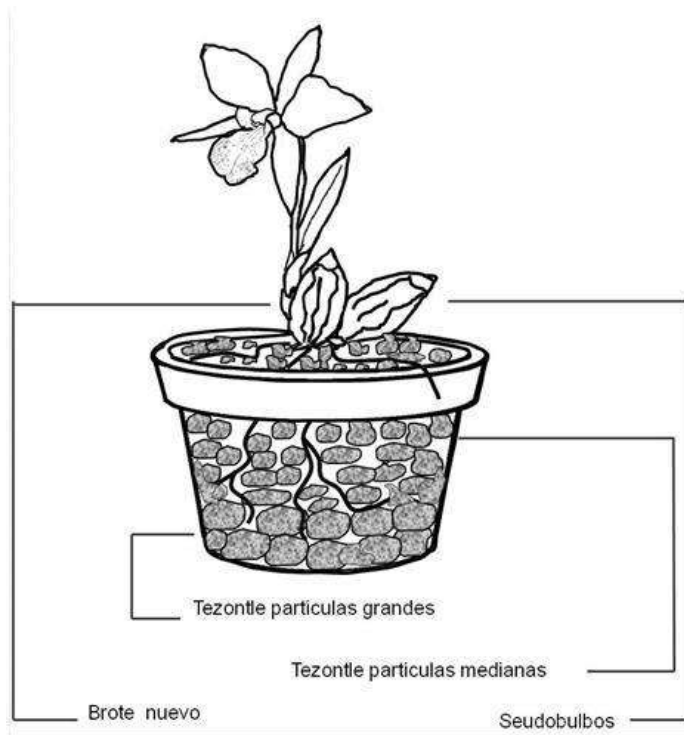
Paso 2



Paso 3



...Paso 4



1.4 Recomendaciones para el riego

Es recomendable regar con agua de calidad, con concentraciones bajas de sales una vez por semana durante todo el año y solo en temporada de calor (abril-mayo) regar dos veces por semana. En esta temporada los nuevos brotes están creciendo y se debe tener cuidado de no mojarlos cuando se riega y se fertiliza. El riego debe ser ligero sin mucha presión porque se pueden dañar los brotes en desarrollo con el golpeteo del agua porque son muy sensibles al exceso del agua. Se debe regar por la mañana antes del medio día y solo mojar el sustrato pues las gotas del agua en los brotes nuevos pueden provocar quemaduras en los seudobulbos y hojas por la alta temperatura. O bien por la tarde, cuando baje la temperatura si se requiere mojar toda la planta para lavarla.

...Paso 5

1.5 Como fertilizar

Primeramente se deben regar las plantas y posteriormente fertilizarlas. Generalmente los fertilizantes para orquídeas están en forma de sales que se diluyen en agua compuestos por nitrógeno, fósforo y potasio (N:P:K). Para *L. speciosa* se pueden aplicar los siguientes fertilizantes foliares: 20:30:10 a una dosis de 1.0 g/l de agua cada 15 días, o 20:30:20 con 0.25 mg/l de GA₃ (ácido giberélico) mensualmente. O bien 20:20:20 con 0.1 mg/l con reguladores de crecimiento ANA/KING/GA₃ (ácido naftalenacético/cinetina/ácido giberélico) después del desarrollo de nuevos brotes (más información en Pantoja Laguna, 2005). Estos fertilizantes han tenido un efecto positivo en el crecimiento y desarrollo de *L. speciosa*.

Es necesario no tener un exceso en la fertilización, preferiblemente que tenga poca cantidad de nutrientes disponibles a que sea envenenada por un exceso. Este exceso de fertilización se manifiesta con la acumulación de sales en la superficie del sustrato

1.6 Control de enfermedades y plagas

Esta especie como cualquier otra, es susceptible al ataque de hongos y de bacterias, así como de insectos como por ejemplo: las cochinillas que atacan la raíz cuando la planta tiene un exceso de humedad. También son comunes los pulgones (áfidos) cuando los brotes nuevos se están desarrollando, cóccidos en cualquier temporada. Las orugas, atacan los brotes nuevos en temporada de crecimiento. Los caracoles y babosas atacan los brotes en desarrollo y las raíces en temporada de lluvias. Es recomendable estar supervisando frecuentemente estas plantas para detectar cualquier ataque o enfermedad lo antes posible antes de que la planta pueda morir.

Se han aislado diversos tipos de hongos endófitos en *L. speciosa*, incluidos algunos fitopatógenos, que pueden ser controlados eficientemente con Benlate (Almanza, *et al*, en proceso) así como también con Tecto 60. Los insectos por otro lado, pueden ser controlados con Malathion o Diazinón, a una dosis de 1ml /l de agua (Ávila-Díaz, com. Pers.).

LITERATURA GENERAL

- Ávila-Díaz I. 2007. **Sistema de apareamiento y éxito reproductivo femenino de la epífita amenazada *Laelia speciosa* (ORCHIDACEAE)**. Tesis doctoral. Ciencias Biomédicas. Universidad Nacional Autónoma de México. México, D.F. 162 pp.
- Avenaño Vasquez S. 2010. **Situación actual de las orquídeas en riesgo en La región de Tacana-Boquerón, Chiapas, Mexico**. Tesis de Licenciatura. Instituto Tecnológico Del Valle de Oaxaca. 124 pp.
- Ávila-Díaz, I. y K. Oyama. 2002. **Manejo sustentable de *Laelia speciosa* (Orchidaceae)**. *Biodiversitas*: 43: 9-12.
- CONABIO-CONANP-SEMARNAT. 2008. **Estrategia Mexicana para la Conservación Vegetal**. Objetivos y Metas. México.
- Dressler, R. 1981. **The Orchids, Natural History and classification**. Harvard University Press Cambridge, Massachusetts. London. England 322 pp.
- Eccardi F y R. Becerra. 2003. **Las orquídeas en la CITES, entrevista a Eric Hágsater**. *Biodiversitas* 49: 12-15.
- Enciso, L. Angélica. 2001. **Biodiversidad: mafias impunes**. México. *La jornada*. Septiembre 17.
- Flores Palacios, A., Valencia Díaz, 2007. **Local illegal trade reveals unknown diversity and involves a high species richness epiphytes**. *Biological Conservation* 136: 372-387.
- Hagsater, E., M. A. Soto Arenas, G. A. Salazar Chávez, R. Jiménez Machorro, M. A. López Rosas y R. L. Dressler. 2005. **Las orquídeas de México**. Instituto Chinoín. México 304 pp.
- Halbinger F. y Soto-Arenas, M. 1997. **Laelias of México. Orquídea** (México city). 15 (1-2):134-142.
- Hernández A. 1992. **Dinámica poblacional de *Laelia speciosa* (HBK) SCHLTR (ORCHIDACEAE)**. Tesis de licenciatura. Facultad de Ciencias. UNAM. México 80 pp.
- Hall P y Bawa. 1993. **Methods to Assess the impact of extraction of no.timber tropical forest products on plants populations**. *Economic Botany* 47(3): 234-247.

- López-Villalobos, A., J. Pérez Flores, C. Sosa-Moss y L. Bucio Alanis. 2005. **El cultivo de plantas ornamentales tropicales**. Instituto para el desarrollo de Sistemas de Producción del Trópico Húmedo de Tabasco. 117 pp.
- Madeiras M. F., C. Barbosa, P. Z. Da Costa y R. E. Ferreira. 2008. **Avaliação do uso de bagaço de cana-de-açúcar como substrato no cultivo de mudas de orquídeas**. *Saúde e Biol* 3(2): 45-50. Disponible en: <http://www.revista.grupointegrado.br/sabios/>.
- Medina N. D. 2004. **Éxito reproductivo de dos poblaciones de *Laelia speciosa* (HBK) Schlechter (Orchidaceae), en Michoacán**. Tesis de licenciatura. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo. Morelia. Michoacán. 41 pp.
- Munguía Gonzales, 2007. **Producción: Orquídeas, Aturíoa, Gardenias y Ave del Paraíso**. Sagarpa 48 pp.
- Naranjo J y R. Dirzo..2009. **Impacto de los factores antropogenicos de afectacion directa a las poblaciones silvestres de flora y fauna**, en *Capital natural de México*, vol. II: *Estado de conservación y tendencias de cambio*. Conabio, Mexico, 247-276 pp.
- Pérez-Pérez A. 2003. **Demografía de *Laelia speciosa* (HBK) Schlechter (Orchidaceae). Bajo diferentes condiciones de manejo en la zona centro- norte del estado de Michoacán**. Tesis de maestría. UMSNH. Morelia. Michoacán 48 pp.
- Rodríguez L., González R., Díaz A., Fajardo E., Sánchez E., Hernández J., Castañeira., Cruz G., J. González. 2005. **Producción y recuperación de orquídeas silvestres cubanas**. Cuba. ISBN 959-250-156-4. *Disponible en:* www.dama.gov.com.
- Soto-Arenas M. A. y A. R. Solano-Gómez. 2007. **Ficha técnica de *Laelia speciosa***. En: Soto-Arenas, M. A. (compilador). Información actualizada sobre las especies de orquídeas del PROY-NOM-059-ECOL. 2000. Instituto Chinoín A.C., Herbario de la Asociación Mexicana de Orquideología A.C. Bases de datos SNIB-CONABIO. Proyecto No. W029. México. D. F.
- Yamakami J. K., R.T. Faria y N.M.C. Stenzel. 2009. **Desarrollo vegetativo de *Brassocattleya pastoral* Rosa e *Miltonia gegnelli* Rchb. F. x *Oncidium crispum*, L. (Orchidaceae) em substratos alternativos a fibra de xaxim**. *Científica, Jaboticabal* 37: 32-38.
- Soto-Arenas M. 1994. **Population studies in Mexican orchids**. En: Pridgeon, A.M. (eds.) *Proceedings of the 14th World Orchid Conference*, Glasgow. HMSO Publ.