



**UNIVERSIDAD MICHOACANA DE
SAN NICOLÁS DE HIDALGO**

DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO

**Programa Institucional de Maestría en Ciencias
Biológicas**

**RESCATE Y REINCORPORACIÓN DE LA ORQUÍDEA *Laelia
autumnalis* Lindl. EN UN BOSQUE DE PINO-ENCINO**

TESIS

QUE COMO REQUISITO PARCIAL PARA OBTENER EL GRADO DE

MAESTRA EN CIENCIAS BIOLÓGICAS

PRESENTA

LIA STEFANY LUYANDO MORENO

DIRECTORA DE TESIS: DRA. MARTHA ELENA PEDRAZA SANTOS

URUAPAN MICHOACÁN, MARZO DE 2012



AGRADECIMIENTOS

Un agradecimiento muy especial a mi madre Lic. Silvia J. Moreno M. por su amor y apoyo.

A mi padre Ing. Felipe R. Luyando A. por su incondicional apoyo y ayuda, ejemplo a seguir e inagotable paciencia.

A mi máxima casa de estudios la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

A mi Alma Mater, la Facultad de Agrobiología "Presidente Juárez" por mi formación académica y humana.

Al programa Institucional de Maestría en Ciencias Biológicas de la UMSNH, por brindarme estudios de posgrado.

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología por la beca otorgada para estudios de posgrado.

A la Dra. Martha Elena Pedraza Santos, por su orientación y asesoramiento de la presente investigación.

Al Dr. Guillermo M. Carrillo Castañeda por su valiosa colaboración en la redacción del presente trabajo.

Al Dr. Roberto A. Lindig Cisneros por sus aportaciones al desarrollo del presente manuscrito y consejos para en la investigación.

Al Dr. José López Medina por su invaluable asesoría y respaldo.

Al Dr. J. Luciano Morales García, por su valiosa ayuda en la realización de la presente investigación.

A los propietarios de los bosques y predios de la comunidad de Zacán y Charapan, Michoacán por los consejos aportados, disponibilidad y suministro de material vegetal.

Al propietario de “Artazindan” por su valiosa aportación al conceder el uso del bosque de pino-encino en todo el período de la presente investigación.

A mis compañeros de la Facultad de Agrobiología por su sincero apoyo.

A mis colegas que me acompañaron y ayudaron en las salidas a campo.

Al Dr. Salvador Ochoa Ascencio y al Dr. Victor Steinman, profesores que me impartieron clases en el transcurso de la Maestría, por mi formación de

posgrado, que de alguna forma colaboraron para la culminación de éste trabajo.

Al Dr. Héctor Guillén Andrade, por las sugerencias para la elaboración del presente manuscrito.

Al personal de la Oficina de Posgrados por todo su apoyo para la conclusión de mis estudios de Maestría.

A todas las personas que de alguna forma colaboraron en el desarrollo del presente trabajo.

A mis amigos y amigas, por su alegría y colaboración.

ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE CUADROS.....	iii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	v
ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE.....	viii
RESUMEN GENERAL.....	1
GENERAL SUMMARY.....	2
INTRODUCCIÓN GENERAL.....	3
Objetivos.....	8
Hipótesis.....	9
CAPÍTULO 1. INFLUENCIA DEL TIPO DE SOSTÉN SOBRE EL DESARROLLO DE <i>L. autumnalis</i>	10
I. INTRODUCCIÓN.....	10
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	14
2.1 Situación actual de la orquideoflora.....	14
2.2 Características del bosque de pino-encino.....	16
2.3 Causas de la degradación de ecosistemas de pino-encino.....	19
2.4 Restauración ecológica.....	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
3.1 Ubicación del experimento.....	25
3.2 Desarrollo general de metodologías.....	26
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	33
4.1 Influencia del tipo de sostén sobre el desarrollo de <i>L. autumnalis</i> durante	

el primer año de evaluación.....	33
4.2 Influencia del tipo de sostén sobre el desarrollo de <i>L. autumnalis</i> durante el segundo año de evaluación.....	45
V. CONCLUSIONES.....	59
VI. LITERATURA CITADA.....	60
CAPÍTULO 2. EFECTO DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE EL DESARROLLO DE <i>L. autumnalis</i>	68
I. INTRODUCCIÓN.....	68
II. REVISIÓN DE LITERATURA.....	70
2.1 Características de los sustratos en especies ornamentales.....	70
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	73
3.1 Ubicación del experimento.....	73
3.2 Desarrollo general de metodologías.....	74
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	81
4.1 Influencia del tipo de sustrato sobre el desarrollo de <i>L. autumnalis</i> durante el primer año de evaluación.....	81
4.2 Influencia del tipo de sustrato sobre el desarrollo de <i>L. autumnalis</i> durante el segundo año de evaluación.....	86
V. CONCLUSIONES.....	94
VI. LITERATURA CITADA.....	95
APÉNDICE.....	98
BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA.....	116

ÍNDICE DE CUADROS

CUADROS

CAPÍTULO 1. INFLUENCIA DEL TIPO DE SOSTÉN SOBRE EL DESARROLLO DE

L. autumnalis

1 Medios de sostén utilizados para el desarrollo de plantas adultas de <i>Laelia autumnalis</i>	27
2 Prueba de especies sostén y datos estadísticos básicos registrados de <i>Laelia autumnalis</i>	33
3 Determinación del contenido de humedad y materia seca de cortezas de las especies sostén indicadas para el desarrollo de <i>Laelia autumnalis</i>	43
4 Frecuencia del número de especies desarrolladas en los diferentes tipos sostén en el cultivo de <i>Laelia autumnalis</i>	44
5 Determinación de especies desarrolladas en los diferentes tipos de sostén en el cultivo de <i>Laelia autumnalis</i>	45
6 Desarrollo de <i>Laelia autumnalis</i> sobre diferentes forofitos a los 600 días de evaluación y datos estadísticos básicos registrados de <i>Laelia autumnalis</i>	47
7 Condiciones microambientales de especies sostén y datos estadísticos básicos registrados.....	54

CAPÍTULO 2. EFECTO DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE EL DESARROLLO DE

L. autumnalis

1 Proporción de los sustratos formulados para el cultivo de <i>Laelia autumnalis</i>	76
2 Prueba sustratos y datos estadísticos básicos registrados de <i>Laelia</i>	

	<i>autumnalis</i>	81
3	Etapa fenológica del nuevo pseudobulbo de <i>Laelia autumnalis</i> en cultivo sobre macetas con sustratos.....	86
4	Prueba sustratos en el segundo año de evaluación y datos estadísticos básicos registrados de <i>Laelia autumnalis</i>	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURAS

INTRODUCCIÓN GENERAL

1	Degradación de los bosques de la meseta Purhépecha.....	4
2	Uso de <i>Laelia autumnalis</i> en diferentes formas.....	5
3	Cultivo de <i>Laelia autumnalis</i>	7

CAPÍTULO 1. INFLUENCIA DEL TIPO DE SOSTÉN SOBRE EL DESARROLLO

DE *L. autumnalis*

1	<i>Laelia autumnalis</i> en su hábitat natural.....	12
2	Uso tradicional de la flor del género <i>Laelia</i>	13
3	Componentes de los bosques de pino-encino.....	17
4	Tipos de vegetación de la República Mexicana.....	22
5	Ubicación del experimento.....	25
6	Metodología del establecimiento de <i>Laelia autumnalis</i> en los forofitos.....	26
7	Determinación de forofitos en herbario.....	28
8	Tipos de formas de sostén.....	30
9	Desarrollo radicular de <i>Laelia autumnalis</i>	34
10	Velocidad de crecimiento de raíces y brotes de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas.....	36
11	Longitud raíces de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en diferentes medios de sostén.....	37
12	Desarrollo de brotes en plantas de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	39

13	Desarrollo del pseudobulbo de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	40
14	Determinación de especies acompañantes en el cultivo de <i>Laelia autumnalis</i> en diferentes tipos de sostén.....	42
15	Floración de <i>Laelia autumnalis</i> en diferentes forofitos.....	46
16	Longitud y grosor del estípite floral de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	48
17	Duración floral y longitud de pétalos de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	49
18	Número y longitud de pseudobulbos de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	50
19	Diámetro de pseudobulbo de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	52
20	Número de flores de <i>Laelia autumnalis</i> cultivadas en los medios de sostén indicados.....	53
21	Estimación microambiental de la temperatura de los diferentes medios de sostén indicados.....	55
22	Estimación microambiental de la humedad relativa de los diferentes medios de sostén indicados.....	56
23	Estimación microambiental de la intensidad de luz de los diferentes medios de sostén indicados.....	57

CAPÍTULO 2. EFECTO DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE EL DESARROLLO DE *L. autumnalis*

1	Diversidad fenotípica de flores de <i>Laelia autumnalis</i>	69
2	Ubicación del experimento.....	73
3	Componentes para la formulación de sustratos.....	75
4	Etapas fenológicas del desarrollo del pseudobulbo en plantas de <i>Laelia autumnalis</i>	78
5	Evaluación de sustratos.....	79
6	Desarrollo de nuevos brotes de <i>Laelia autumnalis</i> cultivada en los tipos de sustratos indicados.....	82
7	Desarrollo del pseudobulbo en <i>Laelia autumnalis</i> cultivada en los tipos de sustratos indicados.....	84
8	Características físicas de los sustratos.....	85
9.	Floración de <i>Laelia autumnalis</i>	88
10	Desarrollo y determinación de número de pseudobulbos de <i>Laelia autumnalis</i> cultivada en los tipos de sustratos indicados.....	89
11	Número de flores y longitud del estípite de <i>Laelia autumnalis</i> cultivada en los tipos de sustratos indicados.....	91
12	Grosor del estípite floral y longitud del pétalo de <i>Laelia autumnalis</i> cultivada en los tipos de sustratos indicados.....	92

ÍNDICE DE CUADROS DEL APÉNDICE

Cuadro

1	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable emergencia de raíz (d), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	98
2	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable emergencia de brotes (d), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos	98
3	Análisis de varianza a los 30 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos	99
4	Análisis de varianza a los 60 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos	99
5	Análisis de varianza a los 90 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos	100
6	Análisis de varianza a los 120 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos	100
7	Análisis de varianza a los 150 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	101

8	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	101
9	Análisis de varianza a los 60 días del establecimiento del experimento para la variable número de brotes, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	102
10	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable número de brotes, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	102
11	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable diámetro de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	103
12	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes forofitos.....	103
13	Análisis de varianza para la variable frecuencia de briofitas, evaluada en diferentes forofitos.....	104
14	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable días a emergencia de brotes, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta	104
15	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable número de brotes, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	105

16	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	105
17	Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable diámetro de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	106
18	Análisis de varianza para la variable etapa fenológica, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	106
19	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	107
20	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de pseudobulbos evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	107
21	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de flores, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	108
22	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del estípite (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	108
23	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable grosor del estípite (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes sustratos en maceta.....	109

24	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del pétalo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	109
25	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	110
26	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable diámetro de pseudobulbo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	110
27	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de pseudobulbos, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	111
28	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de flores, evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	111
29	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable duración de la flor (d), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	112
30	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del estípite (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	112
31	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable grosor del estípite (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas	

	en diferentes especies sostén.....	113
32	Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del pétalo (cm), evaluada en <i>Laelia autumnalis</i> colocadas en diferentes especies sostén.....	113
33	Análisis de varianza para la variable microambiental temperatura °C, en el segundo ciclo de evaluación en <i>Laelia autumnalis</i> en diferentes tipos de especies sostén.....	114
34	Análisis de varianza para la variable microambiental humedad relativa (%), en el segundo ciclo de evaluación en <i>Laelia autumnalis</i> en diferentes tipos de especies sostén.....	114
35	Análisis de varianza para la variable microambiental intensidad lumínica (%), en el segundo ciclo de evaluación en <i>Laelia autumnalis</i> en diferentes tipos de especies sostén.....	115

RESUMEN GENERAL

El estudio de metodologías para la propagación y manejo de poblaciones de *Laelia autumnalis* es una estrategia básica para lograr la conservación de esta especie que se encuentra amenazada debido a la perturbación de sus hábitats y a la extracción masiva de individuos reproductivos con fines comerciales. El objetivo de este estudio fue el de establecer metodologías para propagar a la orquídea *L. autumnalis* en forofitos de un bosque de pino-encino y en diferentes sustratos. Plantas adultas fueron rescatadas de zonas de riesgo para la orquídea, se elaboraron propuestas de manejo para la conservación de estos ejemplares y se establecieron experimentos en un bosque en medios artificiales y naturales. Se encontró que el desarrollo de nuevos pseudobulbos y raíces es influenciado por el medio en el que se desarrolla, también que la especie *Arbutus xalapensis* fué un buen medio de sostén para la orquídea epífita *L. autumnalis*. Los sustratos formulados a base de aserrín, composta, viruta y musgo, son un buen medio para el crecimiento de pseudobulbos en longitud y diámetro.

GENERAL SUMMARY

The study of methodologies for the propagation and management of *Laelia autumnalis* populations are basic strategies to achieve conservation of this species, which is highly threatened due to habitat disturbance and massive extraction of reproductive individuals. The objective of this study was to establish methods to propagate the orchid *L. autumnalis* in phorophytes of a pine-oak forest and on different substrates. Adult plants were rescued from areas at risk for the orchid and developed proposals for the conservation management of these specimens and experiments were established in artificial and natural forest. It was found that the development of new pseudobulbs and roots is influenced by the environment in which it develops, so that the species *Arbutus xalapensis* is a good means of support for the epiphytic orchid *L. autumnalis*. Formulated based substrates sawdust, compost, wood chips, moss, are wood means for the growth of pseudobulbs in diameter and longitude.

INTRODUCCIÓN GENERAL

En la región de la Meseta Purhépecha en el estado de Michoacán, los encinares han sido tradicionalmente explotados por las comunidades para la obtención de leña y carbón; en la actualidad, además son utilizados para la extracción de celulosa para la fabricación de papel. Esto hace que los pobladores de las comunidades aledañas a los bosques de encino talen los árboles, a precios ínfimos y se dañe la ecología de los bosques de la región. Otro aspecto importante que participa en la destrucción de bosques de encino, es la tendencia local a establecer huertas de aguacate (Figura 1).

En los encinares de esta región existe gran diversidad de orquídeas epífitas endémicas, que son plantas muy apreciadas por los habitantes locales, por ejemplo en la Comunidad Indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, en donde se llevó a cabo un estudio florístico detallado (Medina *et al.*, 2000), se identificaron 20 especies de esta familia.

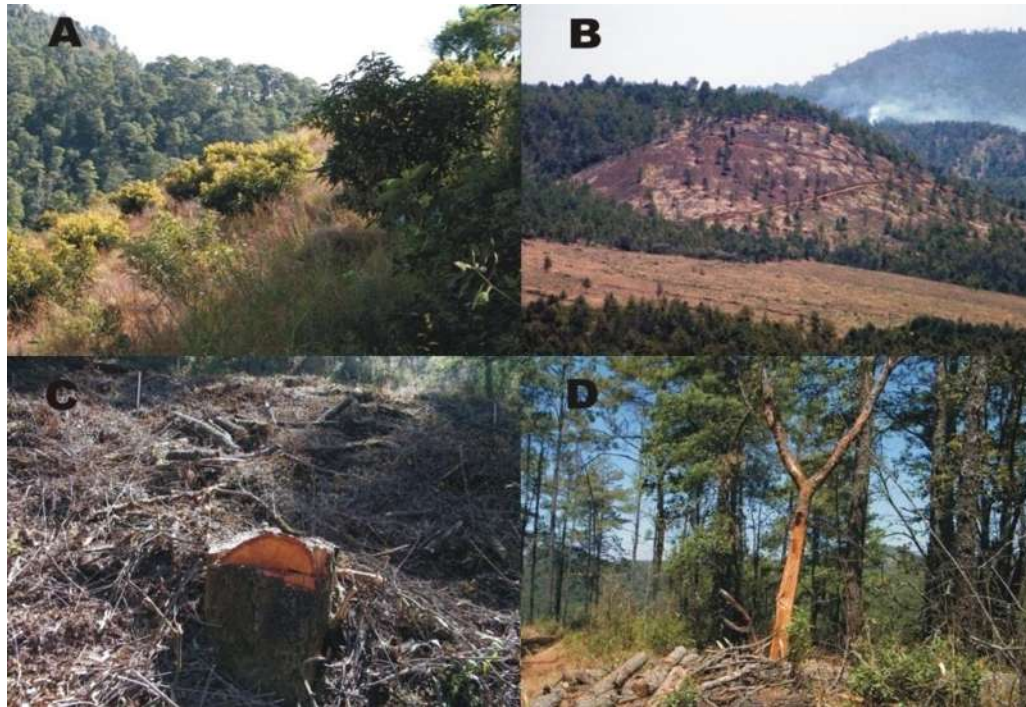


Figura 1. Degradación de los bosques de la meseta Purhépecha. A. Establecimiento huertas de aguacate. B. Incendios forestales. C. Cambio uso de suelo. D. Tala inmoderada.

Las orquídeas representan un elemento importante en la diversificación del aprovechamiento de las especies ornamentales de México, sin embargo la alteración y destrucción de hábitats, así como la extracción ilegal de epífitas silvestres para su comercio, pone a algunas en la categoría de peligro de extinción (Flores-Escobar *et al.* 2008). *Laelia autumnalis*, es una especie con gran valor ornamental y cultural (Figura 2) que se encuentra en riesgo por varios factores: la sobrecolecta de plantas, la amenaza de sus hábitats, ruptura de sus ciclos de vida y la desaparición de las especies en donde las orquídeas epífitas se sostienen, tales como los encinos.

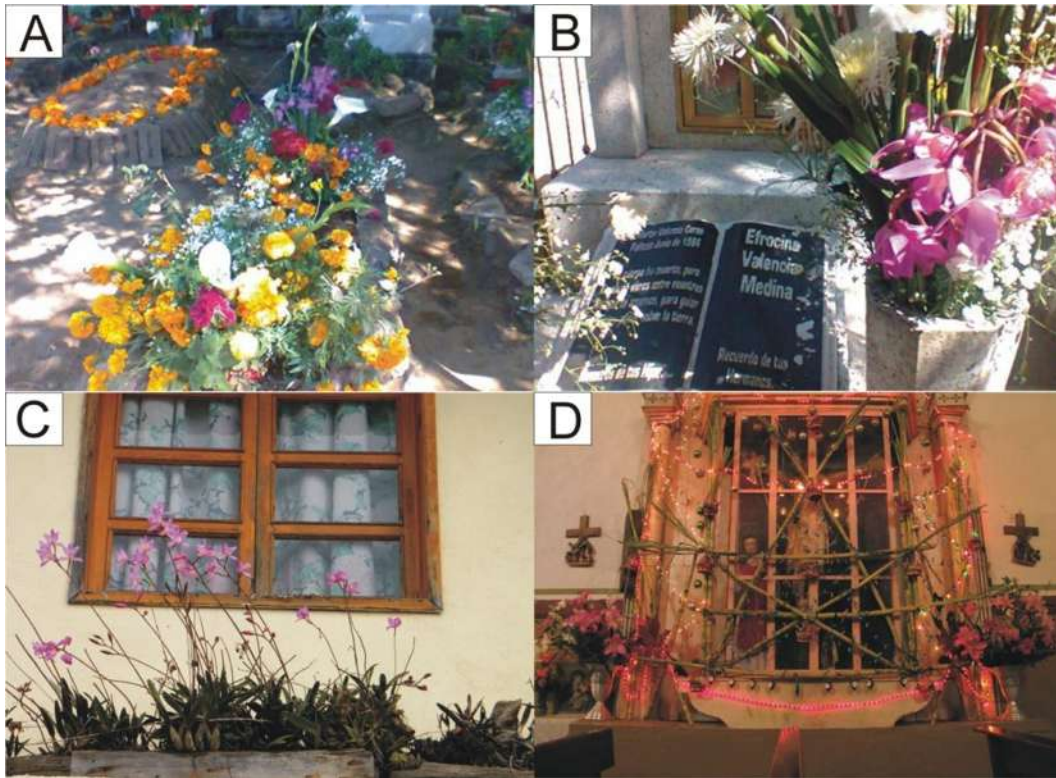


Figura 2. Uso de *Laelia autumnalis* en ceremonias religiosas. A y B. Colocación de flores de *Laelia autumnalis* el día de muertos. C. Uso de *Laelia autumnalis* como adorno de casas. D. Fabricación de figuras de santos con pasta de caña y pegamento de pseudobulbos de *Laelia autumnalis*.

Por este motivo las orquídeas se deben reintegrar a su medio natural, como es el caso de *L. autumnalis*, para restaurar y conservar su biología y ecología natural y evitar que estas especies desaparezcan (Swarts, 2007).

La reintegración de orquídeas a bosques de pino-encino, principalmente aquellas que se ven amenazadas, incrementa su potencial de supervivencia, sobre todo si se basa en programas en que se estimule la conservación de áreas boscosas y

proporcionen un recurso económico para los pobladores regionales, lo que implica de manera simultánea la conservación de varias especies, las forestales y las plantas epífitas.

Tradicionalmente, las orquídeas epífitas se coleccionan en árboles vivos o trozos de ellos. En general no se conocen las especies de árboles que proporcionen las condiciones adecuadas para el crecimiento y desarrollo de estas plantas epífitas, incluso algunas especies pueden ocasionar daños al liberar sustancias tóxicas. Es importante considerar las características del forofito, ya que las adaptaciones morfofisiológicas de las orquídeas dependen de la especie sobre la que viven (Granados-Sánchez *et al.*, 2004).

La propagación de orquídeas epífitas en macetas presenta diferencias sustanciales con respecto al cultivo de manera tradicional, es decir en ramas cortadas o árboles vivos. Al cultivar en contenedor las plantas son inducidas eficientemente al crecimiento (Figura 3), ya que se proporcionan las cantidades de nutrientes y agua que son demandados, de tal manera que con el uso de sustratos y medios nutritivos, se pueden desarrollar métodos de manejo eficaces para el cultivo de especies ornamentales (Abad, 1993), aunque también pueden ser más susceptibles al ataque de patógenos si las condiciones no son las adecuadas en el manejo, lo que puede ocasionar pudriciones.



Figura 3. Cultivo de *Laelia autumnalis*. A. Macetas con sustrato y *Laelia autumnalis*. B. *Laelia autumnalis* en maceta en brotación. C. *Laelia autumnalis* en maceta en floración. D. Flor de *Laelia autumnalis* en maceta.

En México la mayor parte de los sustratos usados en la producción de plantas ornamentales en contenedores se componen principalmente de tierra de monte, los cuales generan deterioro ambiental cuando se realiza su extracción masiva; además de que no es un sustrato adecuado para la mayoría de las especies de orquídeas epífitas; por ello es importante encontrar opciones a estos tipos de sustratos para reducir el impacto ambiental que ocasiona el uso de estos materiales, como son el uso de subproductos orgánicos agroindustriales: cascarilla de arroz, polvo de coco,

corteza de pino o composta, en combinación con materiales inorgánicos como piedra pómez y tezontle (García *et al.*, 2001).

Las propiedades de un sustrato son de suma importancia para el correcto desarrollo de la planta. En la selección del sustrato, se deben tomar en cuenta aspectos sociales y económicos, tales como la ubicación del centro de extracción natural del mismo y que su uso sea ambientalmente correcto. Es importante que la extracción del sustrato se haga a una corta distancia de donde va a ser utilizado, así como optar por materiales reciclables o subproductos industriales (Pastor, 1999).

Tomando en consideración lo anterior se desarrollaron dos experimentos con el objetivo general de establecer metodologías para rescatar, propagar y reintroducir a la orquídea *L. autumnalis* a un hábitat que es un bosque de pino-encino, para su conservación y multiplicación de manera natural y estudiar la influencia del tipo de sostén y sustratos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Estudiar la influencia del tipo sostén para el desarrollo de la orquídea *L. autumnalis*.
- 2.- Estudiar el efecto de los sustratos sobre el desarrollo de la orquídea *L. autumnalis*.

3. Establecer un programa de manejo agronómico de las plantas reintroducidas de la orquídea *L. autumnalis*.

HIPÓTESIS

El éxito en la reintroducción de plantas de *L. autumnalis* en un bosque de pino-encino está determinado por el medio de sostén en donde se desarrolla y el manejo agronómico que se le aplique, así como de las propiedades del sustrato de cultivo.

CAPÍTULO 1. INFLUENCIA DEL TIPO DE SOSTÉN SOBRE EL DESARROLLO DE

L. autumnalis

I. INTRODUCCIÓN

Las orquídeas son plantas herbáceas perennes o subarborescentes, pueden ser epífitas, terrestres o litófitas, poseen porciones subterráneas a menudo bulboides, tuberiformes o cormioides; el tallo de las epífitas es con frecuencia modificado a forma de pseudobulbo, el cual es un órgano caulinar engrosado, aéreo; en las terrestres a menudo el tallo está cubierto por vainas foliares de posición alterna. Las hojas son radicales o caulinas, generalmente reducidas o ausentes en época de floración; por lo común envainantes en la base y enteras. Las flores pueden ser solitarias, en racimos, espigas o panículas, generalmente zigomorfas, hermafroditas con ovario ínfero y pediceladas (Rzedowski y Rzedowski, 2001).

Las orquídeas se cultivan y coleccionan en todo el mundo, considerándose algunas muy valiosas, pertenece a esta familia la vainilla (*Vanilla planifolia* Andrews), de origen mexicano, cuya utilización es ampliamente conocida en el planeta (Rzedowski y Rzedowski, 2001). Existen más de 20 000 especies de orquídeas en el mundo, distribuidas principalmente en las regiones cercanas a los trópicos (Dressler, 1990).

Las orquídeas son componentes de los bosques tropicales y templados y se consideran como indicadores ecológicos, ya que se relacionan con factores ambientales como humedad y temperatura (Barthlott *et al.*, 2001).

L. autumnalis, (Figura 1) es una planta perenne, epífita, de raíces adventicias, con presencia de tallo modificado llamado pseudobulbo, el cual presenta estrías. Flores de colores varios, con nectarios poco evidentes o ausentes, si los nectarios prominentes entonces las plantas epifitas, con raíces delgadas o carnosas, nunca tuberosas. Tallo generalmente formando un pseudobulbo; polinario con un estípite corto pero bien definido (García y Sosa, 1998).

Clasificación taxonómica

FAMILIA ORCHIDACEAE

SUBFAMILIA: ORCHIDIOIDEAE

TRIBU: EPIDENDRAE

GENERO: *Laelia*

EPECIE: *autumnalis* Lindl.

El género *Laelia* en sus diversas especies es utilizado de varias formas en las culturas tradicionales indígenas. La historia oral se ha transmitido a lo largo de generaciones locales de las etnias para continuar con las prácticas de utilización de orquídeas (Salazar-Rojas *et al.*, 2007).

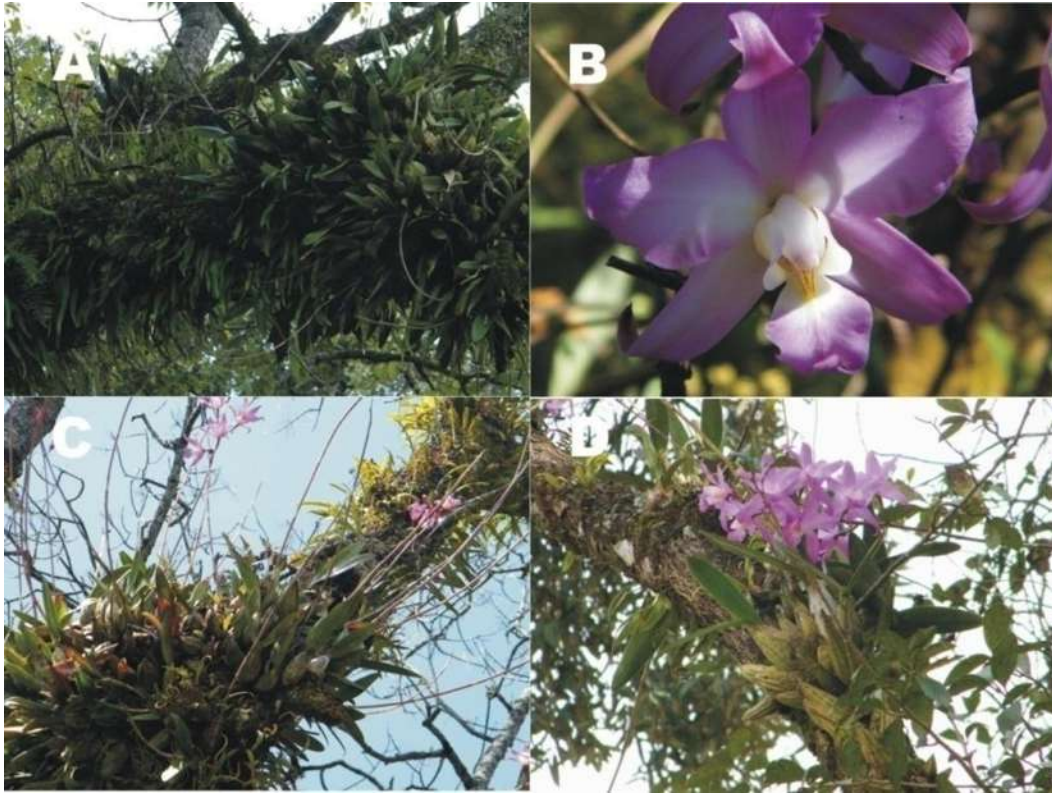


Figura 1. *Laelia autumnalis* en su hábitat natural. A. Población de *L. autumnalis*. B. Flor de *L. autumnalis*. C. Establecimiento de *L. autumnalis* sobre forofito en floración. D. Pseudobulbos de *L. autumnalis* con flores.

L. autumnalis es conocida como flor de muerto, ya que tiene un uso tradicional en las festividades del día de los difuntos porque su floración coincide con esta celebración; además de adornar altares religiosos (Figura 2).



Figura 2. Uso tradicional de la flor del género *Laelia*. A y B. *Laelia speciosa* utilizada en la fiesta de Nvo. Parangaricutiro.

Esta orquídea es utilizada de diversas formas desde la época precolombina como materia prima para la elaboración de productos adhesivos, curativos, aglutinantes y ha sido importante en la actividad culinaria como condimento e incorporada en la actualidad en diversas ceremonias religiosas (*Codex Badianus*, 1552).

Por lo anteriormente expuesto, el objetivo de este capítulo fue rescatar plantas adultas de *L. autumnalis* y estudiar los efectos que ejercen los diferentes forofitos en su desarrollo y adaptación en un bosque de pino-encino.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Situación actual de la orquideoflora

Las orquídeas son plantas epifitas, es decir viven apegadas a las ramas y troncos de los árboles. Utilizan los árboles como soporte nada más, y en ninguna manera son parásitas (Granados-Sánchez *et al.*, 2004). En México, se conocen más de 1200 especies de orquídeas y son plantas ornamentales muy apreciadas (Hagsater *et al.*, 2005). Sin embargo 189 se encuentran en la NOM-059-ECOL-2010, dentro de este grupo se encuentran 10 especies del género *Laelia* en categoría de amenazada, debido a la pérdida de sus hábitats, o la depredación de ejemplares, La extracción y comercialización ilegal de plantas de orquídeas, el mal manejo cultural y los problemas fitosanitarios, amenazan la conservación de las mismas. Las especies conservadas *in situ* no son tan amenazadas por plagas y enfermedades, pues en la naturaleza existen controladores biológicos y diversas interacciones en el ecosistema que mantienen el problema bajo control; en cambio en las colecciones *ex situ*, en donde las condiciones de crecimiento son artificiales y existe una manipulación de las plantas, las plagas pueden encontrar un medio muy propicio para su desarrollo (Rivera-Cotto y Corrales-Moreira, 2007).

Los problemas más comunes que se presentan en las orquídeas cultivadas son la antracnosis y la defoliación por insectos, posiblemente por la condición de desequilibrio ambiental o por hacinamiento en estado de cultivo (Salazar-Casasa *et al.*, 2007).

Según Mateos (2006), existe la necesidad de incorporar datos para la conservación vegetal de especies en peligro de extinción, restaurando naturalmente a la orquídea en su hábitat natural. En el estudio realizado por Swarts (2007), se identificaron aspectos que integran la conservación genética de la orquídea *Caladenia huegelii*, utilizando marcadores moleculares; se midieron las interacciones micorrizicas y la capacidad de polinización al restaurar esta especie a su medio geográfico natural.

Por este motivo se deben reintegrar las orquídeas a su medio natural, para restaurar y conservar su biología y ecología natural, y evitar que desaparezcan (Swarts, 2007). En todos los países tropicales grandes áreas de bosque y por consiguiente de poblaciones de orquídeas, están siendo destruidas anualmente por actividades agrícolas e incendios (Dressler, 1990).

Es esencial tener áreas, parques o refugios especiales para la conservación y protección que creen condiciones similares a las del hábitat natural. En el este de Ecuador, algunas orquídeas epífitas son colectadas y distribuidas a lugares donde puedan prosperar y salvarse de la contaminación y depredación de la gente. En Nueva Guinea se tienen regiones las cuales son especialmente destinadas para la conservación genética de especies de orquídeas (Dougherty, 2004).

Se puede lograr la recuperación de orquídeas con trabajos de restauración, Collins (2007), inició la rehabilitación de 550 ha semideforestadas en Alcoa Alumina, Australia, con la introducción de hongos micorrízicos para establecer la microflora natural y elevar la supervivencia de orquídeas.

2.2 Características del bosque pino-encino

La biodiversidad en México es una de las más importantes a nivel mundial, está considerado como uno de los doce países megadiversos, lo que significa que en nuestro país la variabilidad de la vida presenta múltiples formas de expresión. Los factores que permiten esta situación son la topografía, diversidad de climas y la evolución biológica. Además de que México es un país con gran riqueza de especies, el 10 % son endémicas (Jimenez *et al.*, 2001).

Las comunidades de Pino-encino en México tienen una superficie de 534 485 Km que comprende las principales montañas mexicanas, Sierra Madre Occidental, Sierra Madre Oriental y complejos montañosos de Chiapas y Oaxaca (Alvarado y Saavedra, 2008).

Los bosques representan el 2° lugar a nivel nacional de los recursos renovables, después los ecosistemas marinos y el 73% del territorio nacional es de vocación forestal (Jiménez y Kramer, 1992).

Las especies en México de *Quercus* constituyen el principal componente fisionómico de los bosques de pino-encino (Rzedowski, 1978) (Figura 3). Sin embargo, el aprovechamiento de los encinos se ha reducido y es inadecuado, además de ser explotados, desperdiciados y hasta erradicados, se desconocen los aspectos biológicos y su taxonomía complicada (Gutiérrez y Bárcenas, 2008).

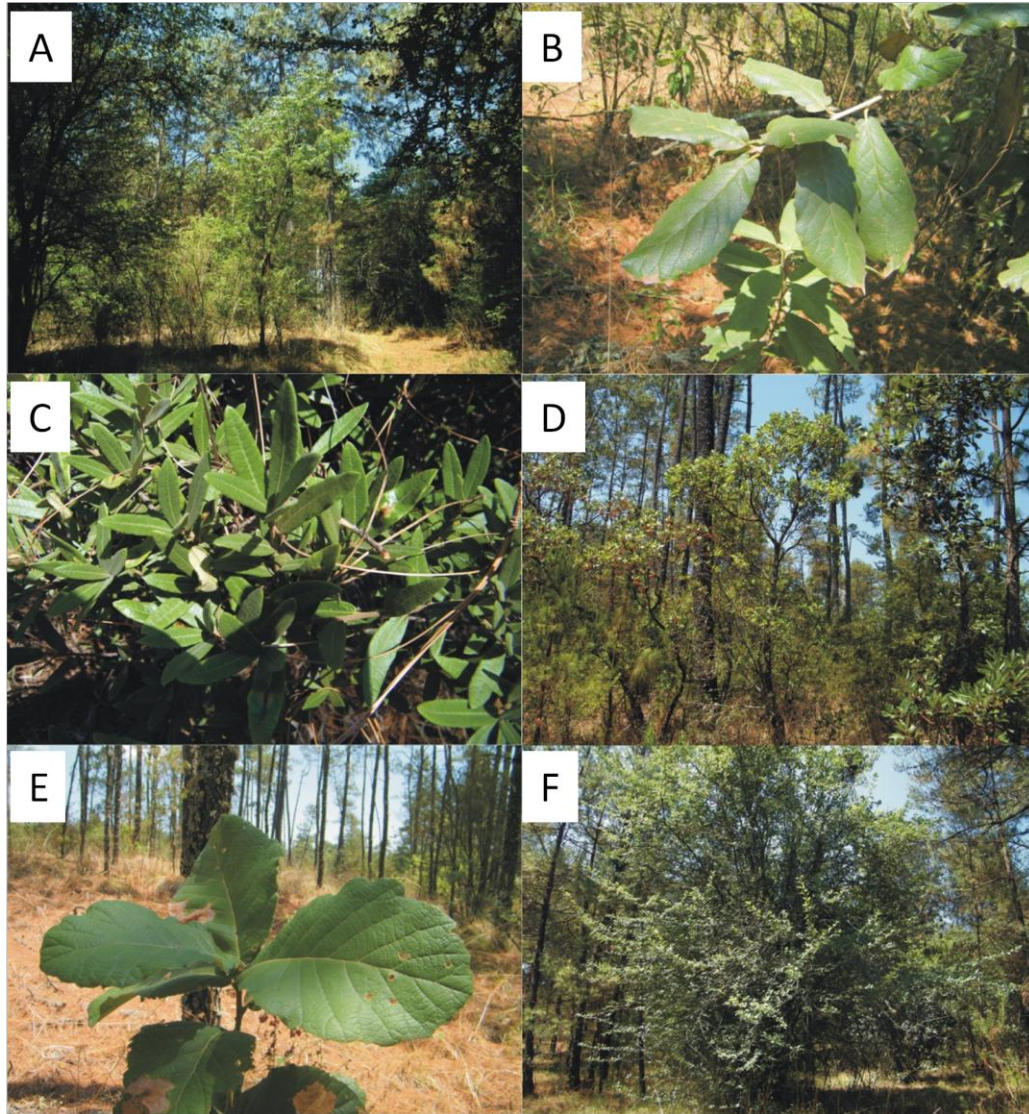


Figura 3. Componentes de los bosques de pino-encino. A. *Prunus capulí*. B. *Quercus crassifolia*. C. *Quercus crassipes*. D. *Arbutus xalapensis*. E. *Quercus rugosa*. F. *Crataegus mexicana*.

La vegetación puede ser perennifolia y decidua y está constituida básicamente por coníferas y encinos que pueden llegar a crecer de 10 hasta 45 m. Esta cubierta vegetal puede estar compuesta de uno a tres estratos; arbóreos, arbustivos y

herbáceos. Existen cerca de 41 especies de pino en México y más de 150 encinos (Baca, 2000).

La mayor importancia que tienen los bosques es su capacidad de capturar CO₂ y transformarlo en oxígeno a través de la fotosíntesis. El CO₂ es uno de los gases responsables del efecto invernadero que están ocasionando el cambio climático según el Instituto Francés de Investigación para el desarrollo (IRD) (Álvarez, 2007).

La presencia de una cobertura vegetal en especial de bosque evita la generalización de procesos erosivos, además de generar condiciones climáticas controladas, no extremas como las que se presentan donde no existe ningún tipo de vegetación arbórea. Otro aspecto importante es que los bosques son los refugios y hábitat de importantes especies vegetales y animales (Ceballos, 2007).

En los bosques la infiltración del agua es mayor ya que aportan los árboles un capa al suelo que evita el escurrimiento del agua de lluvia, por lo que la importancia de los bosques sobre la captación de agua es muy grande (Herrera *et al.*, 2001).

Los estudios sobre bosques de pino-encino sólo se han realizado por actividades como la realización de inventarios de especies sin hacer investigaciones sustanciales donde se relacione la biodiversidad de especies con el manejo forestal (González y García, 1998).

Las nuevas tendencias en el manejo integral de los ecosistemas forestales, exigen un mayor conocimiento sobre las comunidades vegetales, especialmente de las especies arbóreas; con consideraciones especiales sobre la diversidad biológica, distribución espacial y diferenciación dimensional (Jiménez *et al.*, 2001).

Los pinos son árboles con gran valor económico para las poblaciones que habitan zonas con estos tipos de bosques, son aprovechados para el aserrío, y como combustible principalmente (López *et al.*, 1999).

2.3 Causas de la degradación de ecosistemas de pino-encino

La expansión agropecuaria, industrial y urbana han ocasionado además de la deforestación y destrucción de los ecosistemas la degradación de los suelos debido a la erosión, acelerando el proceso llamado desertificación (Randell, 2005).

Otro impacto que ocasiona la pérdida o daño de los ecosistemas de bosques pino-encino, son los incendios forestales. Los incendios son generalmente ocasionados por actividades de origen humano y ocasiona problemas como la pérdida de nichos ecológicos y por ende la supresión de los dispersores naturales como las aves; los daños dependen de la magnitud del incendio y duración, pero si el bosque afectado recibe actividades como la extracción de resina, el daño ocasionado es aún mayor.

Algunos bosques son resistentes, dependiendo de las especies de pino que se encuentren en el lugar, y en ocasiones se presentan factores benéficos al

ecosistema como la aparición de especies emergentes o pioneras (Alanís *et al.*, 2008).

Los efectos de los incendios, destructores o renovadores, dependen tanto de factores como frecuencia, intensidad o tamaño, como de otros propios de la comunidad y de la vegetación que ésta sustenta: factores climáticos, geomorfológicos, topográficos, edáficos, estructurales, florísticos y fenológicos (Ruiz del Castillo, 2000).

A través de la historia de México se puede entender que la problemática de la tenencia de la tierra ha sido un problema que se presenta en nuestro país desde hace siglos, y que contribuye a que las especies que viven sobre estos terrenos, no se valoren y sean devastados por los pobladores de las comunidades en donde se encuentran (Baca, 2000).

Un aspecto importante que participa en la destrucción de bosques de pino-encino, es la nueva tendencia local de establecer huertas de aguacate. Para ello primero se talan los árboles de cualquier especie, venden o incluso queman, y plantan frutales como aguacate, y el productor evita que los retoños de los encinos u otras plantas vuelvan a aparecer, porque el encino representa una maleza.

En un tiempo relativamente corto la vegetación de México ha sufrido extensas alteraciones antrópicas. Muy pocas áreas del territorio nacional contienen aún comunidades ecológicas inalteradas. La huella de la deforestación, las quemadas de

monte, el sobrepastoreo y sus consecuencias sobre la vegetación y el suelo fértil están a la vista en casi cualquier paisaje del país. Ante esta situación de tan graves consecuencias sobre la productividad del campo y la conservación de la biodiversidad surge como una prioridad inaplazable el comenzar a desarrollar procedimientos para revertir este terrible deterioro de una manera inteligente (Vázquez-Yanes *et al.*, 1999).

En los últimos 50 años la cubierta vegetal de México se ha reducido significativamente, en particular durante los años 70's cuando el Programa Nacional de Desmontes (PRONADE) dictaminó la incorporación de 25 millones de hectáreas de aptitud forestal a actividades agropecuarias. De acuerdo con el diagnóstico realizado dentro del Plan Estratégico Forestal México 2025 (SEMARNAT, 2001) la superficie total arbolada del país en 1994 era de 56.8 millones de hectáreas. Para el año 2000 dicha superficie se había reducido a 53 millones de hectáreas a un promedio de deforestación de unas 600 mil hectáreas anuales. La pérdida de la cubierta vegetal ha traído como consecuencia la falta de agua en varias regiones del país; el deslizamiento de laderas de cerros e inundaciones durante la temporada de lluvias afectando a numerosas comunidades serranas; la sedimentación y desbordamiento del cauce de los ríos y la disminución de las posibilidades agropecuarias debido a la pérdida paulatina de tierra fértil (Niembro, 2001) (Figura 4).

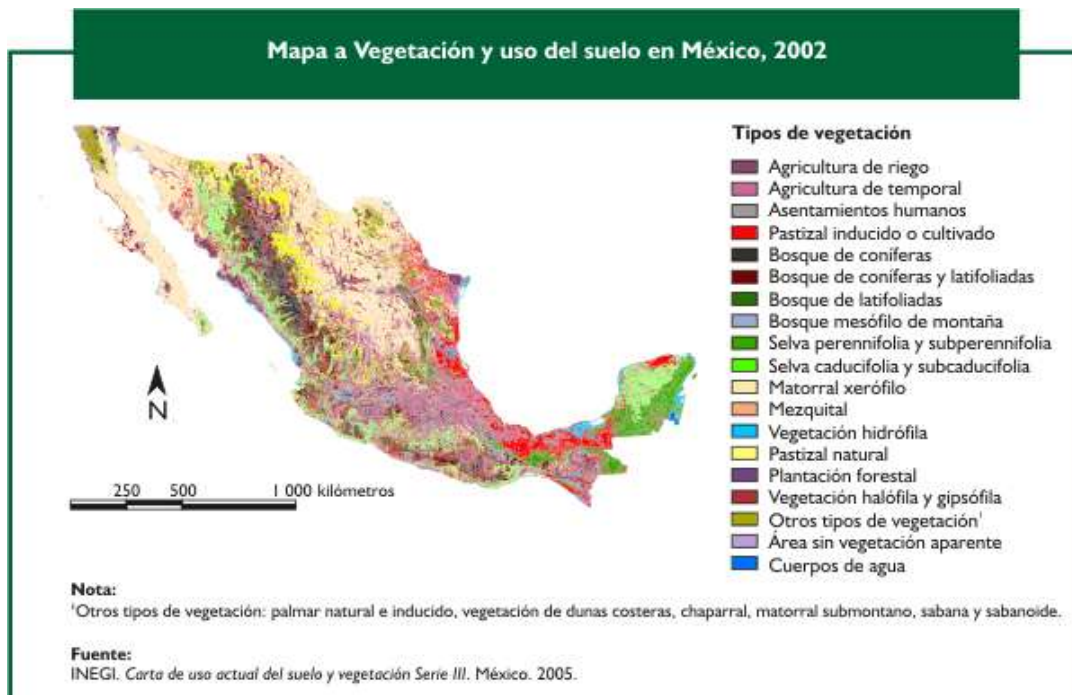


Figura 4. Tipos de vegetación de la República Mexicana.

Además de cambiar dramáticamente el uso del suelo, la deforestación ha ocasionado profundas alteraciones en el paisaje mexicano. Hoy en día los cambios más notables que se observan en diversas regiones del país son la presencia de islas de vegetación primaria y secundaria rodeadas de terrenos degradados por la erosión del viento y la lluvia, cultivos agrícolas diversos, potreros, asentamientos humanos irregulares, plantaciones forestales generalmente coetáneas y monoespecíficas, muchas de ellas establecidas con especies exóticas, desarrollos turísticos y parques industriales principalmente. La conversión gradual de los bosques mexicanos en islas de vegetación ha dado como resultado la destrucción de algunos hábitat y la contaminación de otros. Los corredores biológicos, que en otras épocas formaban un paso continuo para la fauna silvestre en las serranías y planicies costeras del Golfo y del Pacífico, hoy en día se encuentran fragmentados. Numerosas especies de

animales y plantas permanecen aisladas y con ello sus posibilidades de cruzamiento, intercambio genético y evolución se han visto disminuidas al haberse reducido su variación natural y nichos ecológicos (Niembro, 2001).

2.4 Restauración ecológica

La restauración ecológica involucra la recuperación o la construcción de comunidades funcionales (Young *et al.*, 2005). Es una actividad que inicia o acelera la recuperación de un ecosistema, revierte el daño o lo que se había transformado por las actividades humanas. Frecuentemente el ecosistema requiere restauración cuando está degradado, dañado o transformado por actividades humanas. Existen casos naturales de degradación de ecosistemas como los incendios, inundaciones, tormentas, erupciones volcánicas, para los cuales se pueden tomar medidas de restauración aunque los mecanismos naturales de sucesión pueden revertir el daño en general, de manera más lenta (SER, 2004).

Cuando se deja sola a la naturaleza determinar la trayectoria del ecosistema después de un disturbio, no se puede determinar la trayectoria del proceso. Una forma de establecer esa trayectoria es combinando el conocimiento de la estructura preexistente del ecosistema deteriorado y la comparación de otros ecosistemas intactos regionales, y el análisis de referencias culturales e históricas y tomar las medidas de manejo necesarias (SER, 2004).

La restauración ecológica realizada en la Meseta Purhépecha, requiere técnicas y estrategias apropiadas que dirijan al sistema a metas deseables (Lindig *et al.*, 2007). Para preservar y mantener la biodiversidad y así lograr la conservación de especies de orquídeas, se requieren estudios moleculares que clasifiquen las poblaciones de cada sitio para determinar su comportamiento en los diferentes lugares en los que se realice la restauración de estas plantas (Swarts *et al.*, 2007).

Los principales problemas en la restauración ecológica de orquídeas, son la fragmentación de los hábitats y la contaminación, así como la perturbación de la flora nativa e invasiones de plantas no endémicas. Las orquídeas son la familia que más ha sufrido de alteraciones debidas al cambio de uso de suelo y la colección masiva de estas plantas, lo que las ha llevado a la desaparición de muchas de sus integrantes. Es indispensable el estudio de las características micorrícicas y simbióticas de las orquídeas, si se desea realizar restauración y preservación de estas especies (Rangel-Villafranco y Ortega-Larrocea, 2007).

Se pueden utilizar áreas verdes desaprovechadas y deterioradas para su uso en la conservación *in situ* de especies de orquídeas del lugar, como los son Parques Nacionales, áreas verdes de escuelas, en donde se les dé un uso a estas áreas y se conserven especies epífitas que se encuentran en peligro de extinción o amenazadas. En el área del volcán Xitle de la zona del Pedregal de San Angel, en la Ciudad de México, se llevó a cabo un trabajo de conservación de orquídeas terrestres endémicas e introducidas y se decretó como área de Reserva Ecológica (Garduño *et al.*, 2007).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

La presente investigación se desarrolló en un bosque de pino-encino, predio denominado “Aratzindan” (Figura 5), ubicado en la comunidad de Charapan, Michoacán, a 19 ° 34 ' de Latitud Norte, 102 ° 17 ' de Longitud Oeste que se encuentra a una altitud de 2500 msnm y es de clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2)W(b')ig.

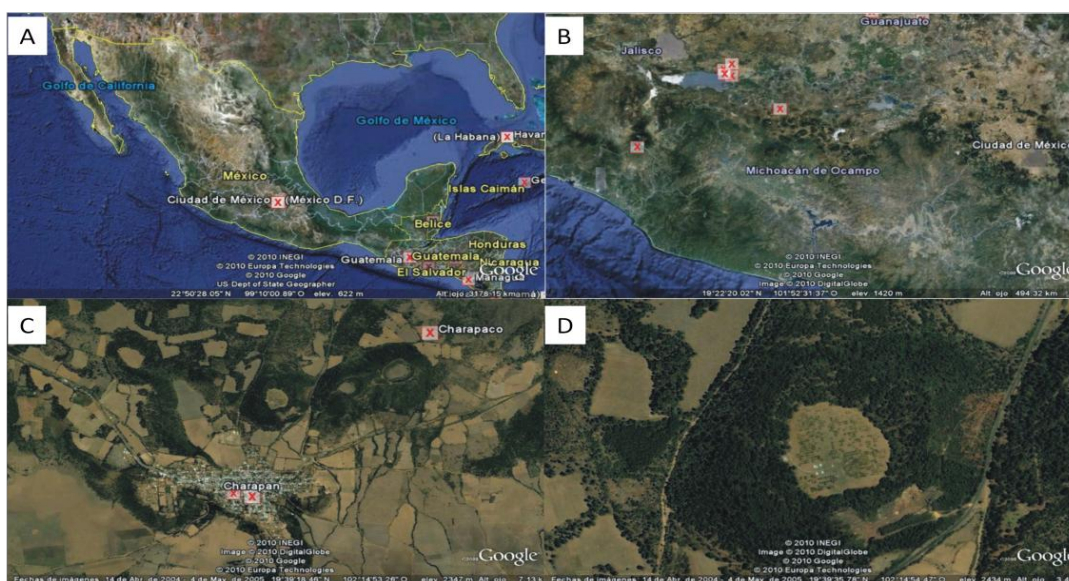


Figura 5. Ubicación del experimento. A. República Mexicana. B. Municipio de Charapan. C. Estado de Michoacán de Ocampo. D. Cerro “Aratzindan”.

3.2 Desarrollo general de metodologías

Plantas adultas de *L. autumnalis* de aproximadamente dos años de edad, en etapa vegetativa fueron colectadas en las comunidades de Zacán y Charapan, ambas localidades con clima templado subhúmedo con lluvias en verano (C(w2)W(b')ig); las plantas se encontraban en zonas de riesgo por cambio de uso de suelo forestal a agrícola, generalmente mostraban daños por estrés hídrico, enfermedades o quemaduras de sol. Las plantas se dividieron en una sección de rizoma con cuatro o más pseudobulbos de 12 cm de altura y 2 cm de grosor aproximadamente, se lavaron con cepillo y jabón y se les aplicó el fungicida thiabendazole ($0.6 \text{ g}\cdot\text{litro}^{-1}$) (Figura 6).

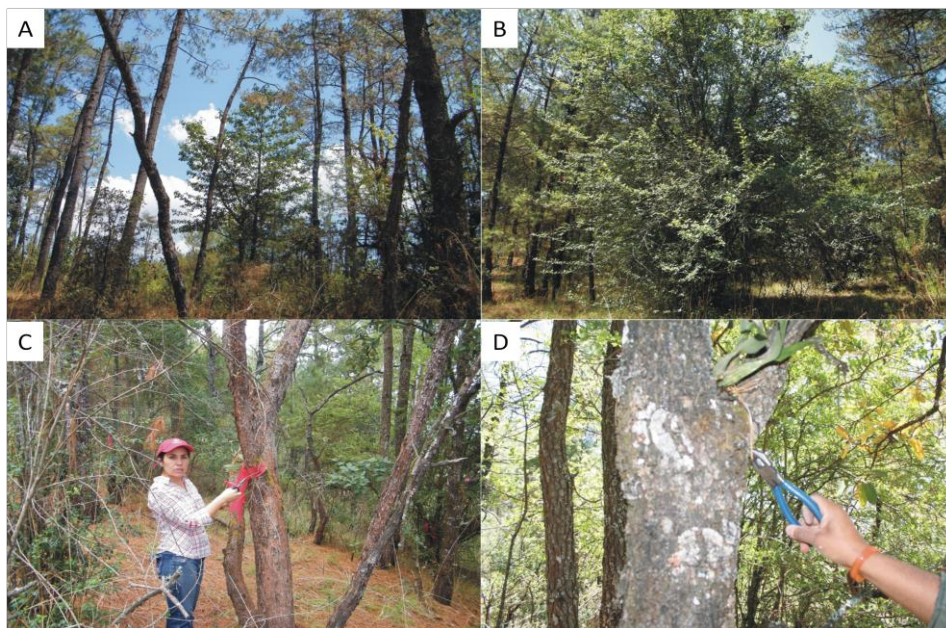


Figura 6. Metodología del establecimiento de *Laelia autumnalis* en los forofitos.

A. Selección del bosque de pino-encino. B y C. Determinación y ubicación de forofitos. D. Colocación de epífitas.

Se establecieron nueve tratamientos, seis estuvieron conformados por la colocación de orquídeas con cuatro pseudobulbos, sobre seis diferentes especies de árboles vivos: *Quercus crassipes*, *Q. crassifolia*, *Crataegus mexicana*, *Arbutus xalapensis*, *Prunus capulí*, *Q. rugosa*; en el séptimo tratamiento orquídeas con cuatro pseudobulbos se colocaron sobre trozos de *Quercus sp.* (Cuadro 1)

Cuadro 1. Medios de sostén utilizados para el desarrollo de plantas adultas de *Laelia autumnalis*.

Tratamiento	Tipo de sostén
1	<i>Quercus crassipes</i>
2	<i>Quercus crassifolia</i>
3	<i>Crataegus mexicana</i>
4	<i>Arbutus xalapensis</i>
5	<i>Prunus capulí</i>
6	Trozos de <i>Quercus sp.</i>
7	<i>Quercus rugosa</i> (sin pesticidas)
8	<i>Quercus rugosa</i> (4 pseudobulbos)
9	<i>Quercus rugosa</i> (mas de 4 pseudobulbos)

Para los dos tratamientos restantes se utilizaron orquídeas con más de cuatro pseudobulbos montados sobre *Q. rugosa*, uno con la aplicación de pesticidas y otro sin aplicaciones. Cada tratamiento constó de seis repeticiones, distribuidas conforme a un diseño experimental totalmente al azar, la unidad experimental fue una planta.

Las especies utilizadas como forofitos, se clasificaron en herbario utilizando las claves de la Flora Fanerogámica del Valle de México (Rzedowski y Rezedowski, 2001) y haciendo comparaciones (Figura 7) con ejemplares del herbario de Inecol ubicado en Pátzcuaro.



Figura 7. Determinación de forofitos en herbario. A. *Arbutus xalapensis*. B. *Quercus crassipes*. C. *Prunus capulí*. D. *Quercus rugosa*. E. *Crataegus mexicana*. F. *Quercus crassifolia*.

Las plantas evaluadas en este experimento se sometieron a un tratamiento para el control y prevención de enfermedades, se aplicó mensualmente de manera alternada varios fungicidas oxiclورو de cobre 50 % (Oximet® 3 g L⁻¹, tiabendazol (Tecto 60®) 0.6 g L⁻¹, benomilo (Benlate®) 1 g L⁻¹, un producto formulado a base de ciprodinil, fludioxonil, dibutilnaftaleno sulfonato de sodio y sílice (Switch®) 1 g L⁻¹ y estreptomicina (Agrimycin®), 5 g L⁻¹ y para el control de pulgones *Aphis fabae* se aplicó cipermetrina 1 ml L⁻¹, el riego se hizo por aspersión semanalmente y se aplicó quincenalmente Bayfolan Forte® como fertilizante foliar, el cual se compone de los siguientes nutrientes (%): 11.47 de nitrógeno total, 8 de fósforo en forma de P₇O₅, 6 de potasio en forma de K₂O, 0.23 de azufre, 0.036 de boro, 0.025 de calcio, 0.0 de cobre, 0.002 de cobalto, 0.05 de hierro, 0.036 de manganeso, 0.005 de molibdeno, 0.025 de magnesio, 0.08 de zinc, 0.003 de ácido indolacético y 0.004 de clorhidrato de tiamina. Además se aplicó guano líquido de murciélago (Guanofol®) en presentación líquida, el cual contiene la fórmula 11-9-8 quelatado con EDTA (ácido etilendiaminotetraacético).

En el primer ciclo de evaluación se registraron las siguientes variables: días de emergencia de brotes y raíces, número y longitud de brotes por planta, longitud de raíces, días de formación de nuevos pseudobulbos, longitud y diámetro de pseudobulbo, contenido de materia seca de las cortezas de los forofitos, análisis de la fenología, determinación de la frecuencia de otras especies epífitas en los diferentes forofitos (Figura 8). Con los datos obtenidos se hizo un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, P≤0.05) con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 6.03 (SAS, 1997).

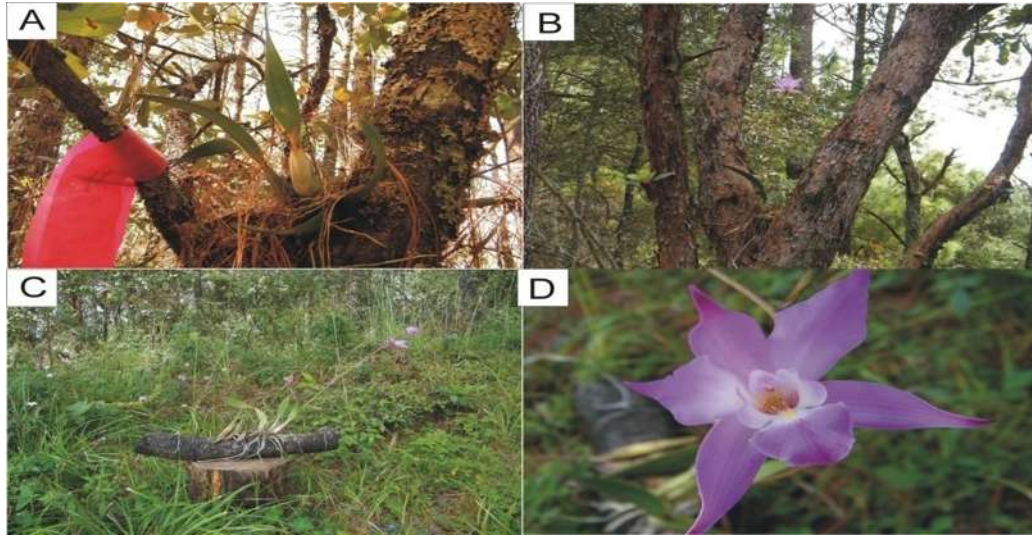


Figura 8. Tipos de formas de sostén. A. *Laelia atumnalis* sostenida en *Quercus rugosa*. B. *Laelia atumnalis* sostenida en *Arbutus xalapensis*. C. *Laelia atumnalis* sostenida en trozos de *Quercus sp.* D. Floración de *Laelia atumnalis*.

Para la variable longitud de raíz, se midieron las raíces con regla desde su aparición, las observaciones se hicieron quincenalmente; para la evaluación días a emergencia de primera raíz, se observó la aparición de la primera raíz emitida después del montaje en el medio de sostén; y para la variable presencia de brotes de pseudobulbo, se observó la aparición por unidad experimental de nuevos brotes de flor después del montaje del experimento, para la variable diámetro de pseudobulbo se midió el nuevo brote de pseudobulbo con vernier de metal y la longitud del brote se realizó con regla milimétrica.

Para la determinación de la materia seca, se extrajo una sección de la corteza del árbol en el lugar donde se encuentran ubicados los experimentos; los cortes se

hicieron de 200 cm² para cada especie, a una altura de 1.5 m sobre el suelo; después de la extracción los trozos de madera, se empaquetaron en bolsas de papel y se trasladaron al laboratorio en donde se secaron en horno eléctrico a 105 °C, hasta que alcanzaron peso constante, en cuatro pesadas consecutivas realizadas con cinco días de diferencia, para después determinar la diferencia entre el peso inicial y el último y así determinar el peso seco de cada muestra.

La frecuencia de otras especies epífitas en los diferentes tipos de sostén, se determinó con la realización de un inventario de especies no vasculares y vasculares epífitas que se desarrollaron junto a la orquídea en estudio después del establecimiento del experimento. Estas especies se determinaron y se clasificaron en género y especie, así como la frecuencia de aparición en los diferentes tipos de sostén.

En el segundo año de evaluación las plantas se sometieron a riego semanal, asperjado, con la aplicación de Bayfolan Forte®, además para la prevención de enfermedades se aplicó sulfato de cobre pentahidratado y cal 10 g L⁻¹ de cada producto, quincenalmente.

Se registraron las variables longitud y diámetro del pseudobulbo, número de pseudobulbos, número y duración de flores, longitud y grosor de estípite y longitud del pétalo y las variables microambientales temperatura °C, luz y humedad relativa (%) de cada especie sostén evaluada: *Q. crassipes*, *Q. crassifolia*, *C. mexicana*, *A. xalapensis*, *P. capulí* y *Q. rugosa*. Para esta evaluación se utilizaron cuatro data

loggers dispuestos en cada especie durante los meses de septiembre a diciembre, se capturaron los datos cada 15 minutos durante 960 veces por cada especie. Para la determinación de la longitud del pseudobulbo se utilizó un vernier, el conteo se hizo de forma manual para el número de pseudobulbos, se contó la totalidad de ellos por forofito, al igual que el número de flores, para la longitud del estípite se utilizó cinta métrica y para la determinación del grosor del estípite y longitud de pétalo se usó vernier, se evaluaron los datos con un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System) versión 6.03 (SAS, 1997).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Influencia del tipo de sostén sobre el desarrollo de *L. autumnalis* durante el primer año de evaluación

El tipo de forofito influyó sobre el desarrollo de las plantas de *L. autumnalis*, el análisis estadístico mostró diferencias significativas y altamente significativas para las variables emergencia de raíz, emergencia de brotes, longitud de raíz, diámetro y longitud de pseudobulbo (Cuadro 2 y Figura 9).

Cuadro 2. Prueba de especies sostén y datos estadísticos básicos registrados de *Laelia autumnalis*.

Variables	Media	R ²	CM	CM Error	CV (%)
Emergencia de raíz (d)	44.04	0.72	1281.54**	92.99	21.90
Emergencia de brotes (d)	55.31	0.47	1299.73**	300.58	31.34
Longitud de raíz 30 días (cm)	3.43	0.42	12.07*	3.05	51.00
Longitud de raíz 60 días (cm)	6.00	0.41	26.19*	6.67	43.03
Longitud de raíz 90 días (cm)	7.26	0.79	101.77**	5.00	30.79
Longitud de raíz 120 días (cm)	8.75	0.87	152.01**	4.13	23.21
Longitud de raíz 150 días (cm)	9.54	0.90	210.99**	4.12	21.29
Longitud de raíz 180 días (cm)	11.89	0.94	665.88**	7.16	22.51
Número brotes 60 días	1.55	0.31	0.93	0.42	41.68
Número de brotes 180 días	1.92	0.29	1.35	0.67	42.71
Diámetro del pseudobulbo	1.67	0.46	0.78*	0.18	25.92
Longitud del pseudobulbo	11.42	0.42	23.37*	6.58	22.47

*Diferencia significativa. **Diferencias altamente significativa. R²= Coeficiente de determinación, CM= Cuadrados medios, CV= Coeficiente de variación.

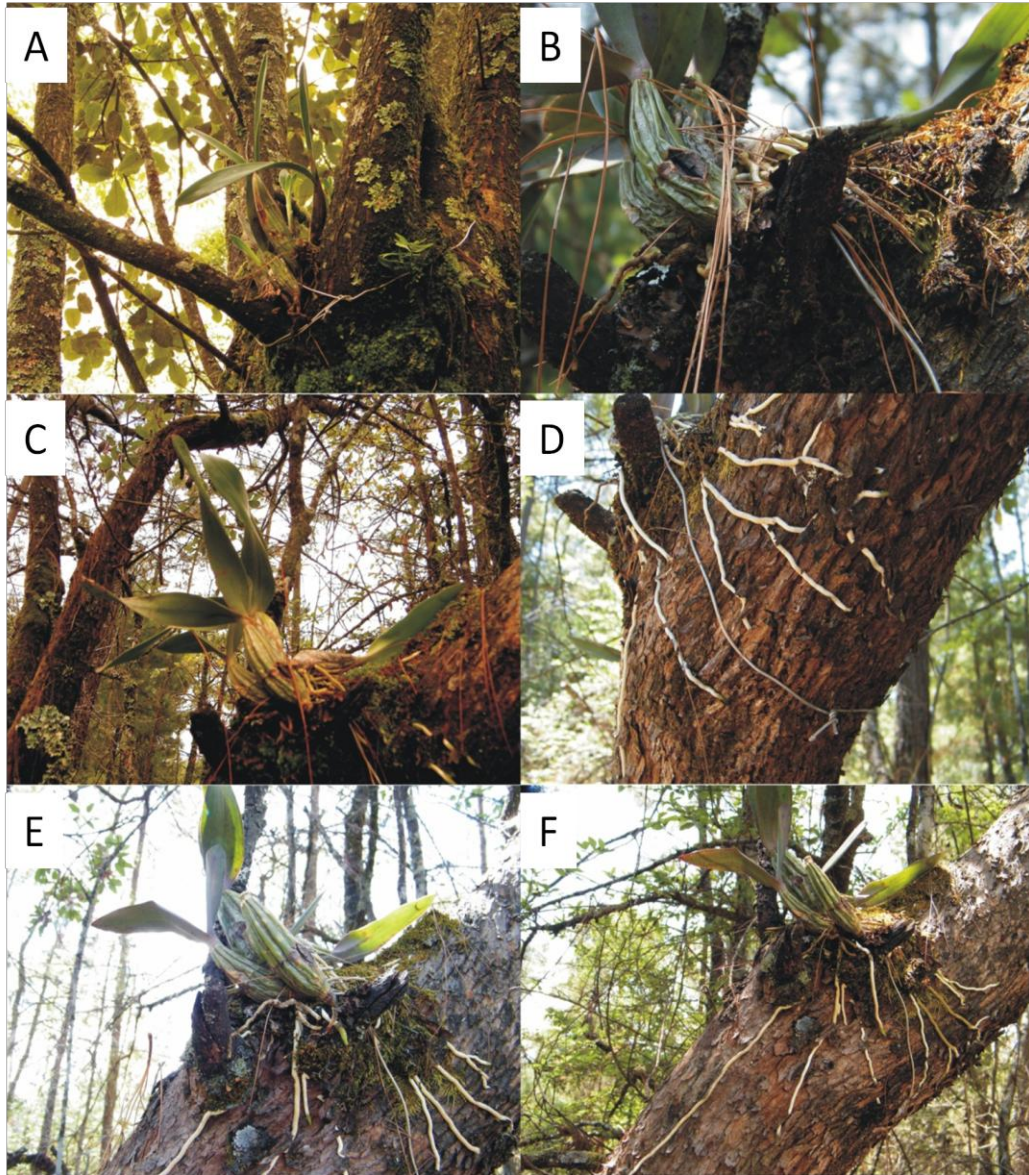


Figura 9. Desarrollo radicular de *Laelia autumnalis*. A. Establecimiento inicial. B. Emisión de primeras raíces. C. Exploración de raíces. D. Incrustación de raíces. E. Emisión de segundas raíces y raíces fotosintéticas. F. Anclaje de la orquídea al forofito y alargamiento de raíces.

Al evaluar la rizogénesis de *L. autumnalis*, en función de la especie sostén, se observó que en *A. xalapensis*, el tiempo de crecimiento de raíces se redujo en 70 %

en comparación con las otras especies estudiadas (Figura 10A). Esto demuestra la gran afinidad de la orquídea con las características de arquitectura, follaje y corteza de *A. xalapensis*, propiedades del forofito que influyen en la adaptación de las plantas epífitas (García-González y Pérez, 2011). La afinidad entre las especies *Tillandsia recurvata* y el forofito *Prosopis laevigata* puede inducir cambios anatómicos como formación de súber de reacción y de sustancias fenólicas como barrera química al establecimiento de enfermedades y promotor de crecimiento de las raíces de las epífitas (Aguilar-Rodríguez *et al.*, 2007).

El tiempo de emergencia de brotes fue 50 % mayor a los cultivos de *L. autumnalis* establecidos sobre *Q. crassipes* que en *C. mexicana*, *A. xalapensis*, *P. capulí* y Trozos de *Quercus sp.*, en los que el tiempo de la aparición de nuevos brotes se reduce a 40 días en promedio (Figura 10B). *A. xalapensis* es una especie de dosel más abierto, que permite que la luz ingrese fácilmente y genera un balance entre los requerimientos de luz y suministro de agua que proporciona a la epífita (Rubio-Licona *et al.*, 2011).

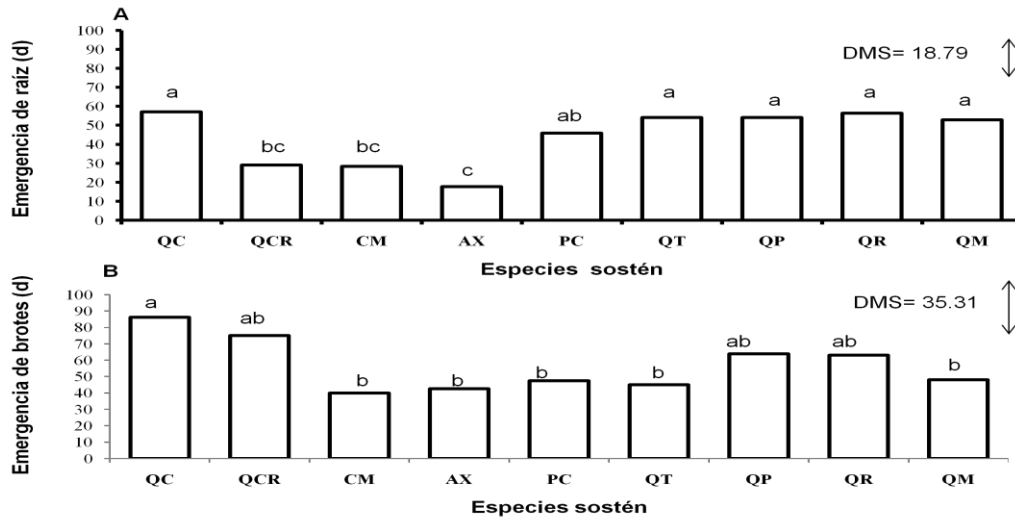


Figura 10. Velocidad de crecimiento de raíces (A) y brotes (B) de *Laelia autumnalis* cultivadas. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus* sp. QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

La longitud de la raíz de las orquídeas sobre *C. mexicana* y en *A. xalapensis* era de 5 cm en promedio a los 30 días, en comparación con las plantas sobre otros forofitos que incluso no presentaban crecimiento de raíz (Figura 11A); sin embargo esta tendencia se mantuvo para *A. xalapensis* pero no para *C. mexicana* (Figura 11B), lo cual pudiera deberse a la presencia de hongos y bacterias sobre la corteza de esta última especie, la bacteria *Erwinia* es común en orquídeas y se considera como una

de las principales amenazas para el desarrollo de estas especies (Rivera-Coto y Corrales-Moreira, 2007).

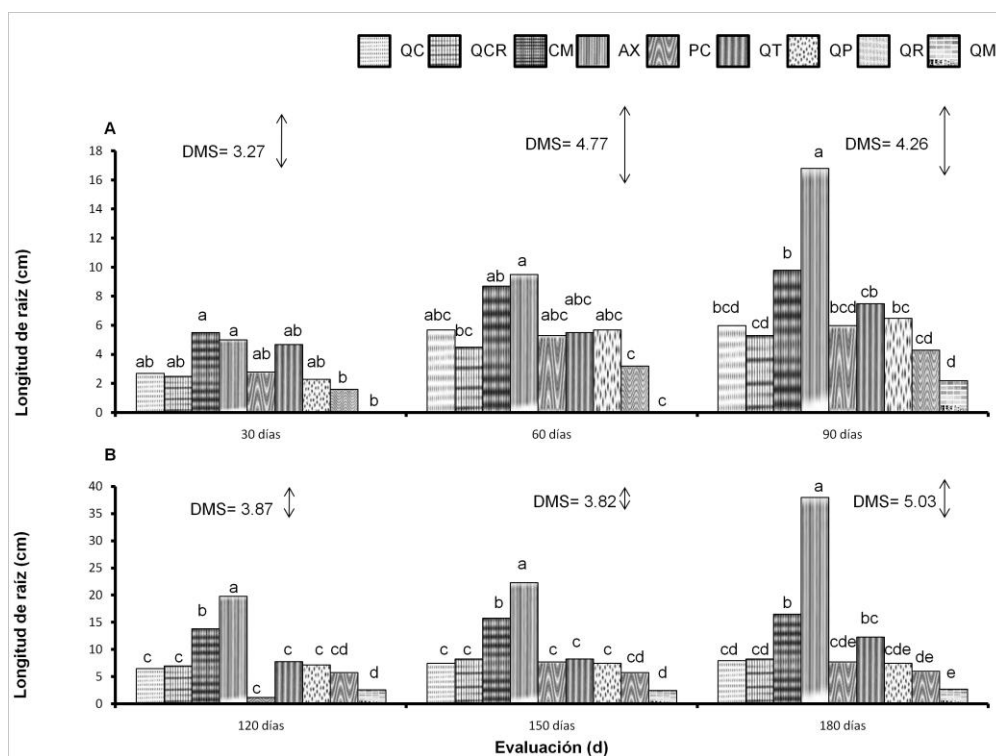


Figura 11. Longitud de raíces de *Laelia autumnalis* cultivadas en diferentes medios de sostén. A. 30, 60 y 90 días. B. 120, 150 y 180 días. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus* sp. QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, P ≤ 0.05). DMS= Diferencia mínima significativa.

A los 60 días, la especie sostén no afectó el desarrollo de nuevos brotes (Figura 12A); sin embargo, a los 180 días, se observaron diferencias (Figura 12B). Cuando

las orquídeas con cuatro pseudobulbos se sostuvieron en *Q. rugosa* aquéllas presentaron en promedio menos de 1.5 brotes nuevos, pero en las plantas establecidas con más de cuatro pseudobulbos en esa misma especie sostén, se favoreció el desarrollo de nuevos brotes (3 o más). El hábito epífita ó litofítico de las especies de orquídeas predispone a mantener una distribución en partes o agregada (Zozt y Schmidt, 2006), esto explica la tendencia de las orquídeas a desarrollarse mejor cuando no se seccionan en partes.

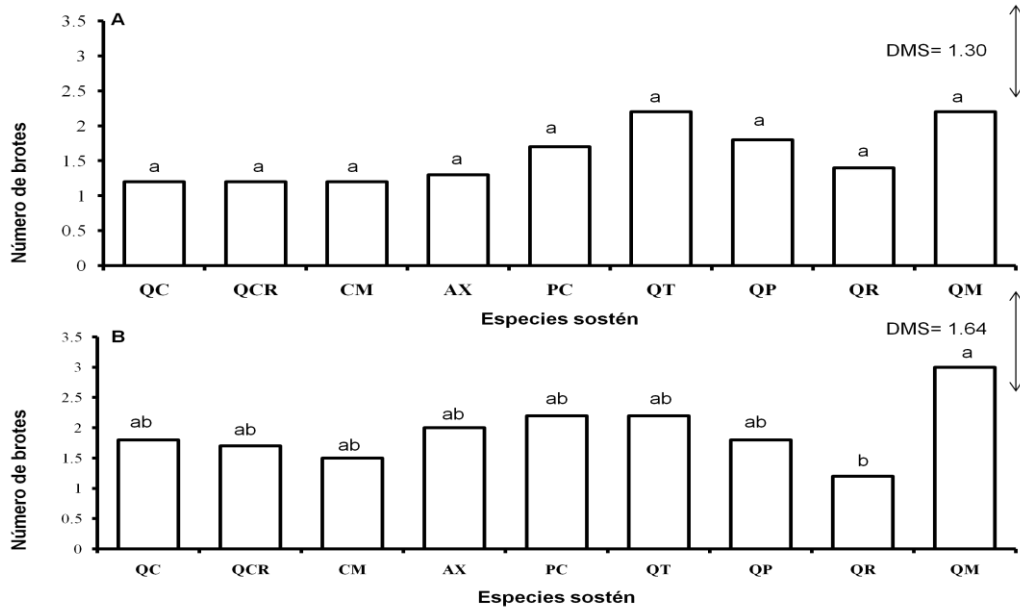


Figura 12. Desarrollo de brotes en plantas de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. A. 60 días. B. 180 días. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus* sp. QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

El mayor diámetro del pseudobulbo (2.4 cm) se obtuvo en plantas de *L. autumnalis* con más de cuatro pseudobulbos sobre *Q. rugosa*, al contrario de lo que sucedió cuando las plantas se dividieron y se sostuvieron en *Q. crassifolia* en donde sólo alcanzaron 1.5 cm (Figura 13A); los pseudobulbos más largos (14.3 cm) se obtuvieron cuando se cultivaron sobre *A. xalapensis* (Figura 13B), que contrastó con los resultados sobre las especies de *Q. crassipes* y *Q. crassifolia*, en que sólo se

registraron pseudobulbos no mayores a 10 cm de longitud. El aumento de tamaño de estas partes vegetales implica mayor acumulación de agua en sus tejidos; de acuerdo con Trapnell y Hamrick (2006), la disponibilidad de humedad, propicia la colonización de forofitos por especies epífitas e infiere que *Q. rugosa* y *A. xalapensis* proporciona los requerimientos microclimáticos que *L. autumnalis* requiere.

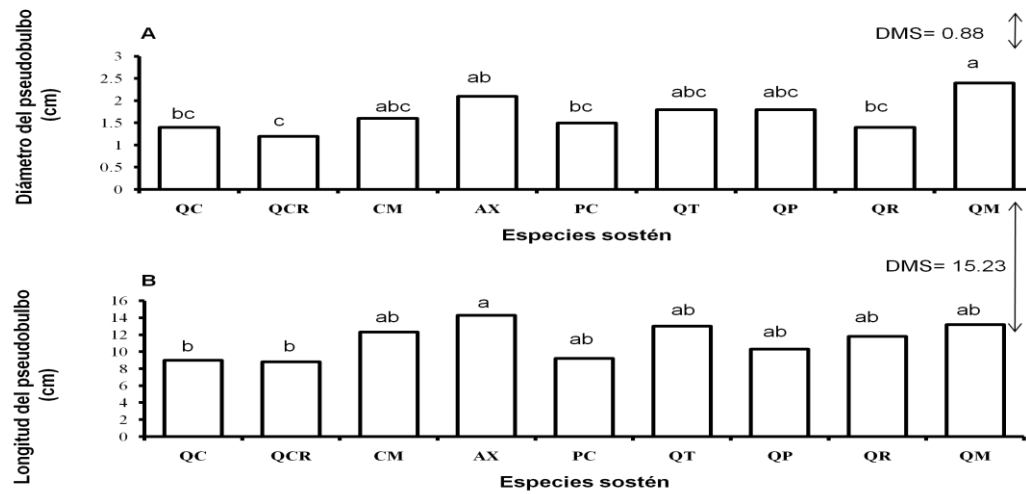


Figura 13. Desarrollo del pseudobulbo de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. A. Diámetro. B. Longitud. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus sp.* QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

La mayor longitud del pseudobulbo (14.3 cm), se obtuvo cuando *L. autumnalis* se cultivó sobre *A. xalapensis* que contrastó con los resultados sobre las especies de *Q. crassipes* y *Q. crassifolia*, en que sólo se registraron longitudes del pseudobulbo no mayores a 10 cm, lo que implica la pérdida de agua y falta de hidratación de estas partes vegetales.

Se registraron diferencias en el contenido de humedad de las cortezas de los forofitos, *Q. rugosa* mantuvo el contenido de humedad casi 100 % a los cinco días, a diferencia de *C. mexicana* que en el mismo período perdió más del 35 % de humedad; por otro lado, *Q. rugosa* y *Q. crassipes* mantuvieron más del 80 % de la cantidad de agua acumulada en la corteza hasta los 40 días (Figura 14). Debido a que las orquídeas están adaptadas a sitios con periodos de escasa disponibilidad de agua (Andrade *et al.*, 2007), se deduce que *L. autumnalis* necesite tiempos parciales de humedad y se adapte a especies como *A. xalapensis* que no retienen cantidades excesivas de agua, la dinámica de las cortezas de las especies de forofitos ejerce una influencia en la dinámica de las poblaciones de epífitas en la naturaleza (Zozt y Schmidt, 2006).

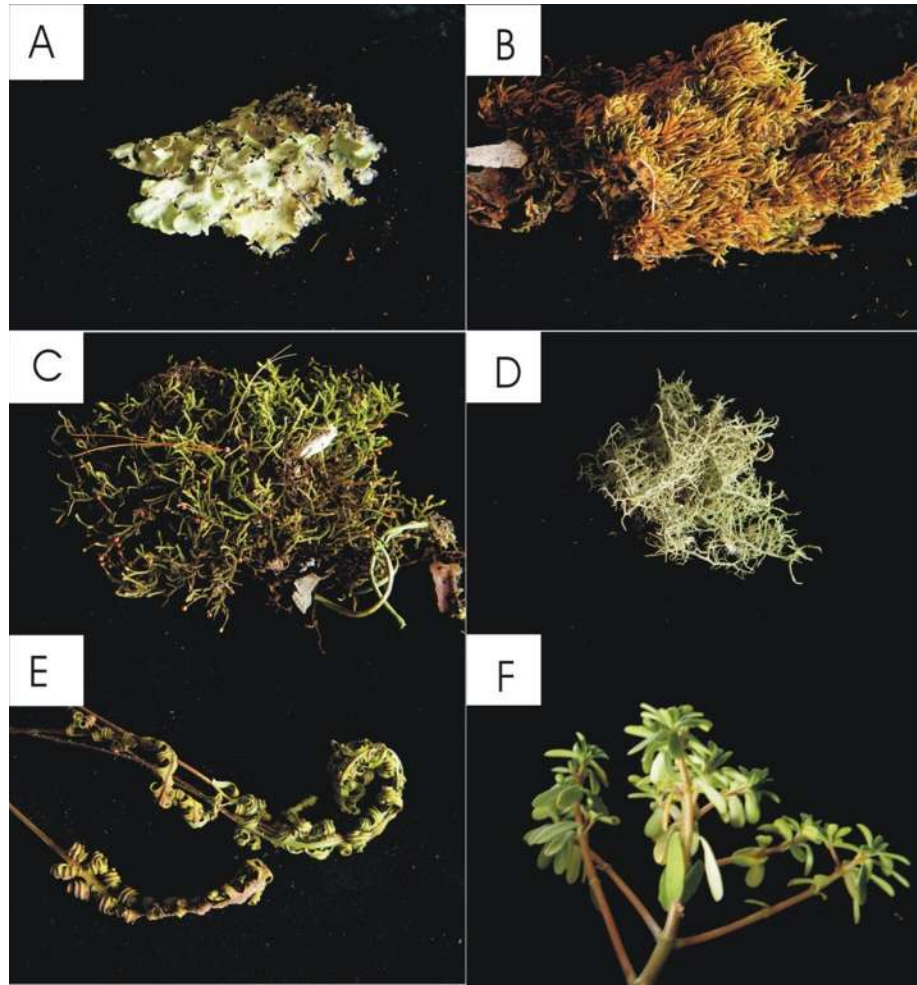


Figura 14. Determinación de especies acompañantes en el cultivo de *Laelia autumnalis* en diferentes tipos de sostén. A= *Cladonia foliacea*. B= *Neckera douglasii*. C= *Rigodium implexum*. D= *Usnea barbata*. E= *Polyplodium subpetiolatum*. F= *Piperonnia sp.*

A. xalapensis presenta características promedio entre las demás especies en cuanto a contenido de humedad y por el análisis de los datos de esta especie en su comportamiento como forofito, se infiere que algunas especies epífitas como *L. autumnalis* se pueden adaptar a *A. xalapensis* debido a las características que ésta presenta tales como la cantidad de materia seca de la corteza (Cuadro 3).

Cuadro 3. Determinación del contenido de humedad y materia seca de cortezas de las especies sostén indicadas para el desarrollo de *Laelia autumnalis*.

Forofito	Contenido de humedad a los 5 días (%)	Contenido de humedad a los 10 días (%)	Contenido de humedad a los 40 días (%)	Materia seca (g)
<i>Quercus rugosa</i>	99.72	97.44	88.32	41
<i>Quercus crassipes</i>	95.65	90.43	82.61	40
<i>Quercus crassifolia</i>	88.00	70.40	52.00	120
<i>Crataegus mexicana</i>	66.67	58.89	41.00	53
<i>Arbutus xalapensis</i>	80.51	69.49	39.83	71
<i>Prunus capuli</i>	95.23	92.26	75.60	41

En el estudio de las diferentes especies que se desarrollan en los varios tipos de sostén de *L. autumnalis*, se encontró que en *A. xalapensis*, se desarrollan el mayor número de especies (Cuadro 4), ya que en esta especie se encuentran en promedio 3.83 especies y en comparación con otros tipos de sostén que en general solo se establece una sola especie epífita y como en el caso de *Q. crassifolia*, en donde no se presentó el desarrollo de ninguna especie (Cuadro 5); y como lo mencionan Granados-Sánchez *et al.* (2004), cuando se forma una capa de plantas no vasculares en la superficie de un árbol, se crean las condiciones de nicho epifítico, que favorece el establecimiento de epífitas vasculares

Cuadro 4. Frecuencia del número de especies desarrolladas en los diferentes tipos de sostén en el cultivo de *Laelia autumnalis*.

Tipo de sostén	Número de especies
<i>Quercus crassipes</i>	1.67 bc
<i>Quercus crassifolia</i>	0
<i>Crataegus mexicana</i>	1.33 c
<i>Arbutus xalapensis</i>	3.83 a
<i>Prunus capulí</i>	1.50 bc
Trozos de <i>Quercus sp.</i>	1.33 c
<i>Quercus rugosa</i> (sin pesticidas)	1.60 bc
<i>Quercus rugosa</i> (4 pseudobulbos)	3.33 ab
<i>Quercus rugosa</i> (mas de 4 pseudobulbos)	2.00 abc
Coeficiente de Variación (%)	35.38
Pr > F	0.0001
Diferencia mínima significativa	1.95

Cuadro 5. Determinación de especies desarrolladas en los diferentes tipos de sostén en el cultivo de *Laelia autumnalis*.

Tipo de sostén	Especie
<i>Quercus crassipes</i>	<i>Cladonia foliacea</i> <i>Usnea barbata</i>
<i>Quercus crassifolia</i>	Ninguna especie
<i>Crataegus mexicana</i>	<i>Cladonia foliacea</i> <i>Usnea barbata</i>
<i>Arbutus xalapensis</i>	<i>Cladonia foliacea</i> <i>Neckera douglasii</i> <i>Usnea barbata</i> <i>Rigodium implexum</i> <i>Piperonia sp.</i>
<i>Prunus capulí</i>	<i>Cladonia foliacea</i> <i>Neckera douglasii</i> <i>Rigodium implexum</i>
Trozos de <i>Quercus sp.</i>	<i>Rigodium implexum</i>
<i>Quercus rugosa</i> (sin pesticidas)	<i>Polyplodium subpetiolatum</i> <i>Usnea barbata</i> <i>Rigodium implexum</i>
<i>Quercus rugosa</i> (4 pseudobulbos)	<i>Polyplodium subpetiolatum</i> <i>Cladonia foliacea</i> <i>Usnea barbata</i> <i>Rigodium implexum</i>
<i>Quercus rugosa</i> (mas de 4 pseudobulbos)	<i>Usnea barbata</i> <i>Rigodium implexum</i> <i>Piperonia sp.</i>

4.2 Influencia del tipo de sostén sobre el desarrollo de *L. autumnalis* durante el segundo año de evaluación

A los 600 días de el establecimiento, el tipo de forofito influyó sobre el desarrollo de las plantas de *L. autumnalis*, el análisis estadístico mostró diferencias significativas y altamente significativas para las variables longitud, diámetro y número de pseudobulbos; número (Figura 15) y duración de flores; longitud y grosor del estípite; así como la longitud de pétalos (Cuadro 6).

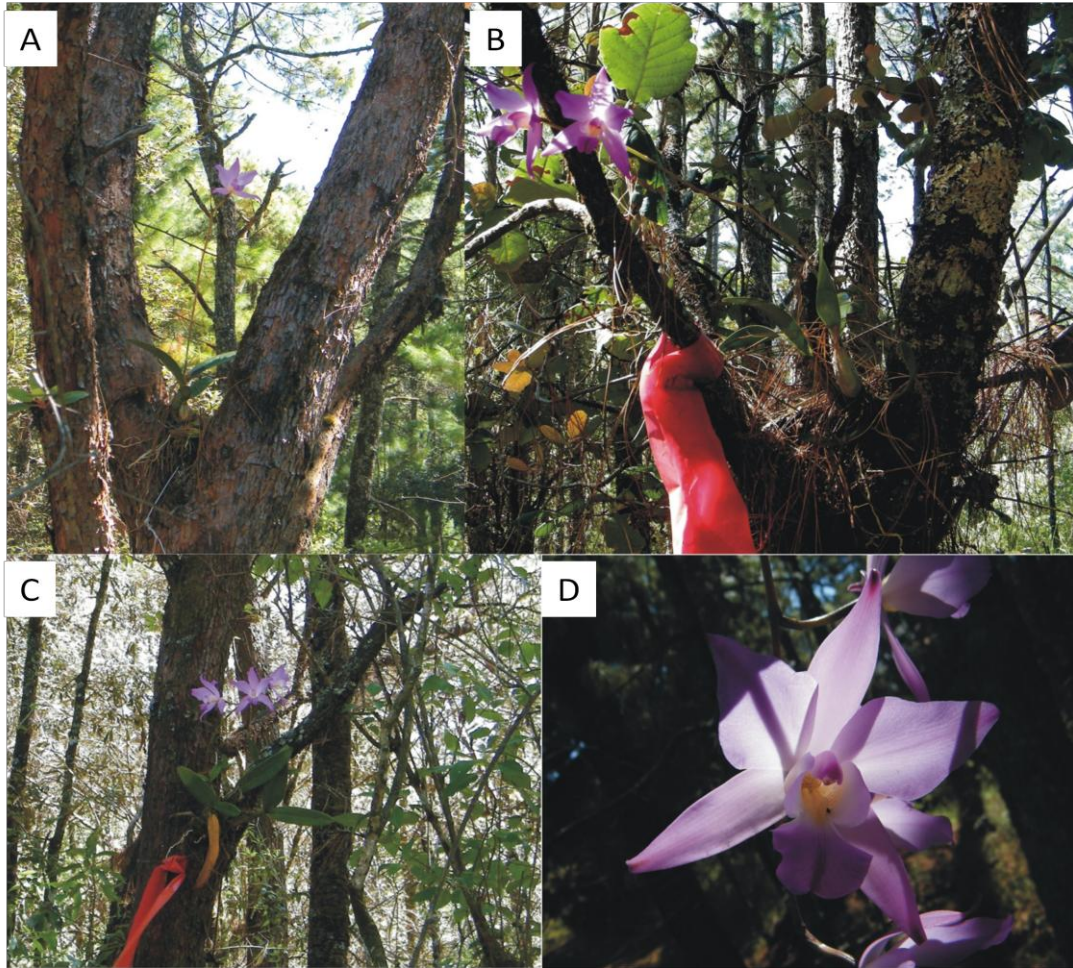


Figura 15. Floración de *Laelia autumnalis* en diferentes forofitos. A. Flor de *Laelia autumnalis* sostenida en *Arbutus xalapensis*. B. *Laelia autumnalis* florecida en *Quercus rugosa*. C. Floración de *Laelia autumnalis*. D. Flor de *Laelia autumnalis*.

Cuadro 6. Desarrollo de *Laelia autumnalis* sobre diferentes forofitos a los 600 días de evaluación y datos estadísticos básicos registrados de *Laelia autumnalis*.

Variables	Media	R ²	CM	CM Error	CV (%)
Longitud del pseudobulbo (cm)	8.11	0.46	3.38**	0.72	10.45
Diámetro del pseudobulbo (cm)	3.10	0.82	1.03**	0.04	6.43
Número de pseudobulbos	5.98	0.71	10.77**	0.77	14.71
Número de flores	1.39	0.85	0.58**	0.06	17.18
Duración de flor (d)	15.63	0.64	25.29*	7.56	17.59
Longitud de estípite (cm)	40.50	0.79	33.50**	4.66	5.33
Grosor de estípite (cm)	0.27	0.81	0.04**	0.005	25.16
Longitud del pétalo (cm)	4.35	0.75	0.03*	0.005	1.57

*Diferencia significativa. **Diferencias altamente significativa. R²= Coeficiente de determinación, CM= Cuadrados medios, CV= Coeficiente de variación.

En la evaluación de la longitud y diámetro del estípite la mejor especie sostén fue *A. xalapensis*, en el que el estípite de la orquídea en estudio se desarrolló en una longitud de 45 cm en promedio y 0.45 cm de grosor, en comparación con *Q. crassipes*, *Q. crassifolia* y *Q. rugosa* sin aplicaciones (35 cm), los cuales presentaron estípites cortos y *Q. crassipes* y *Q. rugosa* con más de cuatro pseudobulbos, presentaron flores con estípites delgados (0.10 y 0.17 cm) (Figura 16). Debido a que los hábitats de las orquídeas epífitas son medios relativamente adversos para la reproducción, se hicieron necesarias el desarrollo de estrategias que garantizaran la

sobrevivencia de las mismas como las modificaciones en la estructura de la flor o el engrosamiento basal de los tallos (Santa *et al.*, 2009).

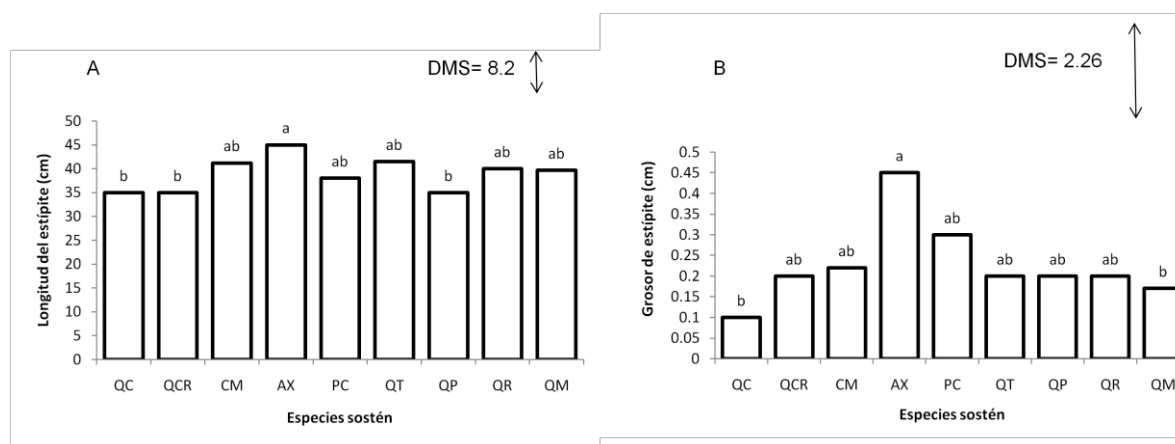


Figura 16. Longitud (A) y grosor (B) del estípite floral de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus sp.* QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

La vida de las flores de *L. autumnalis* no se modificaron por el tipo de forofito; las flores de las plantas sobre *A. xalapensis* presentaron pétalos de 4.5 cm (Figura 17), en promedio 7 % más que las plantas sostenidas en los demás forofitos, lo que demuestra que el forofito tiene efecto en el crecimiento de la flor. *Q. crassipes* y *Q. rugosa*, presentaron los pétalos más pequeños, esto puede ser debido a que las

características microambientales como luz, temperatura y humedad relativa que se presentan en éstos forofitos no promueven el crecimiento de las flores de ésta especie. Ceja *et al.*, (2008), mencionan que las modificaciones morfofisiológicas de las inflorescencias por efecto ambiental pueden favorecer el éxito reproductivo, ya que al tener flores más grandes y vistosas, atraen insectos polinizadores.

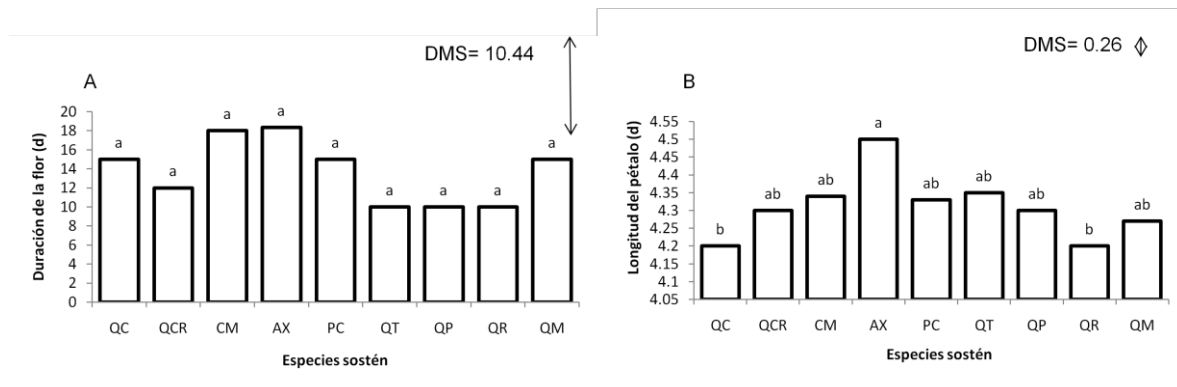


Figura 17. Duración floral (A) y longitud de pétalos (B) de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus sp.* QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

En el presente trabajo se comprobó que *L. autumnalis* establecida con más de cuatro pseudobulbos en la especie sostén *Q. rugosa* presenta un mayor número de pseudobulbos (8.83); en *A. xalapensis*, inicialmente establecida con sólo cuatro

pseudobulbos, al evaluarla a los 600 días, se encontraron en promedio más de 7 pseudobulbos por planta, lo que indica que en éste forofito, *L. autumnalis* genera más pseudobulbos que en el resto de las especies sostén. En el análisis de la longitud del pseudobulbo de *L. autumnalis*, se encontró que las orquídeas sostenidas en *A. xalapensis*, generaron pseudobulbos con mayor longitud (9.67 cm) en comparación con *Q. rugosa* con más de cuatro pseudobulbos, en el que los pseudobulbos sólo alcanzaron los 7.33 cm (Figura 18).

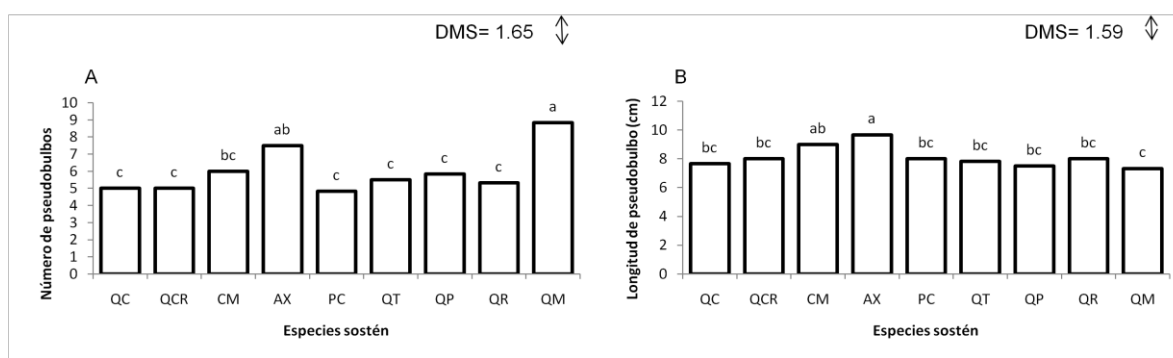


Figura 18. Número (A) y longitud (B) de pseudobulbos de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus sp*. QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

Esto infiere que cuando se establecen poblaciones de orquídeas con más de cuatro pseudobulbos si se generan más brotes anualmente, sin embargo los pseudobulbos

que se presentan son de poca longitud. Cuando las plantas presentan crecimiento vegetativo se puede decir que existe un éxito en el ingreso de nutrientes, mineralización y liberación de nutrientes adquiridos y como lo menciona Damon (2009), las epífitas adquieren sus nutrientes de manera más eficiente cuando se encuentran en poblaciones grandes.

Las orquídeas sostenidas en *A. xalapensis*, desarrollan pseudobulbos de diámetros mayores (3.98 cm) que las sostenidas en otras especies. En el forofito *P. capulí*, las orquídeas generan los pseudobulbos de menor diámetro (2.75 cm) (Figura 19), esto puede deberse a que en ésta especie sostén *L. autumnalis* no encuentra los requerimientos microambientales adecuados para su desarrollo y crecimiento, en especial la cantidad de agua que retiene éste forofito y como lo menciona Wake (2007), las orquídeas son altamente especializadas en sus requerimientos ambientales, aspectos como densidad del follaje y competencia, pueden afectar el desarrollo de las partes vegetativas.

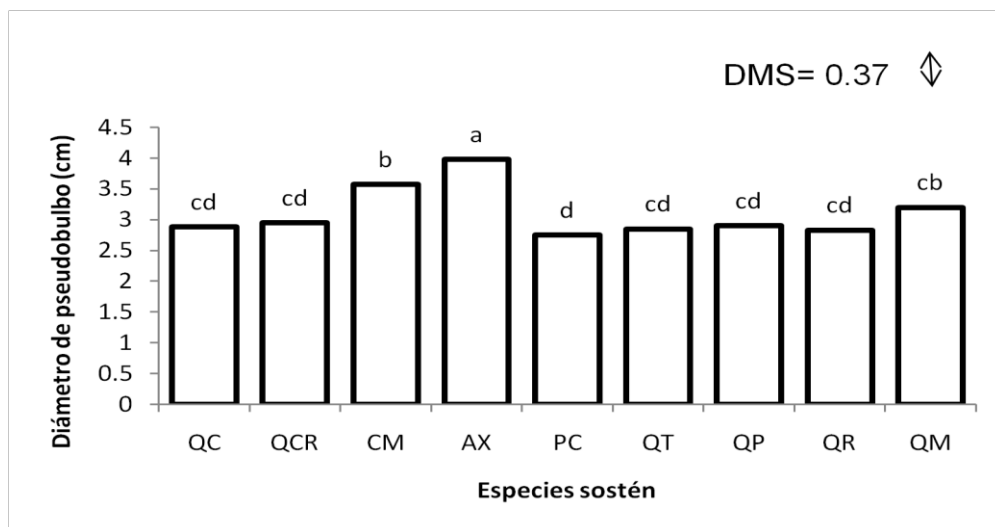


Figura 19. Diámetro de pseudobulbo de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus sp.* QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

En el análisis del número de flores *A. xalapensis* y *Q. rugosa* (con más de cuatro pseudobulbos), fueron los mejores forofitos, en donde *L. autumnalis* generó un promedio de dos flores por planta, en comparación con las demás especies en donde sólo floreció una flor en promedio por orquídea establecida en el forofito (Figura 20); una planta de orquídea generalmente sólo genera una inflorescencia anualmente, el número de flores por inflorescencia depende de las condiciones nutrimentales de la planta y de las características genéticas de la misma. Se concuerda con lo

mencionado por Gowland *et al.* (2007); la floración es consecuencia directa de la disponibilidad de nutrientes que proporcionen los sustratos donde se desarrollan, como es el caso de *L. autumnalis* y *Q. rugosa* cuyas cortezas se comportan como sustratos capaces de transferir nutrientes y agua a la planta epífita.

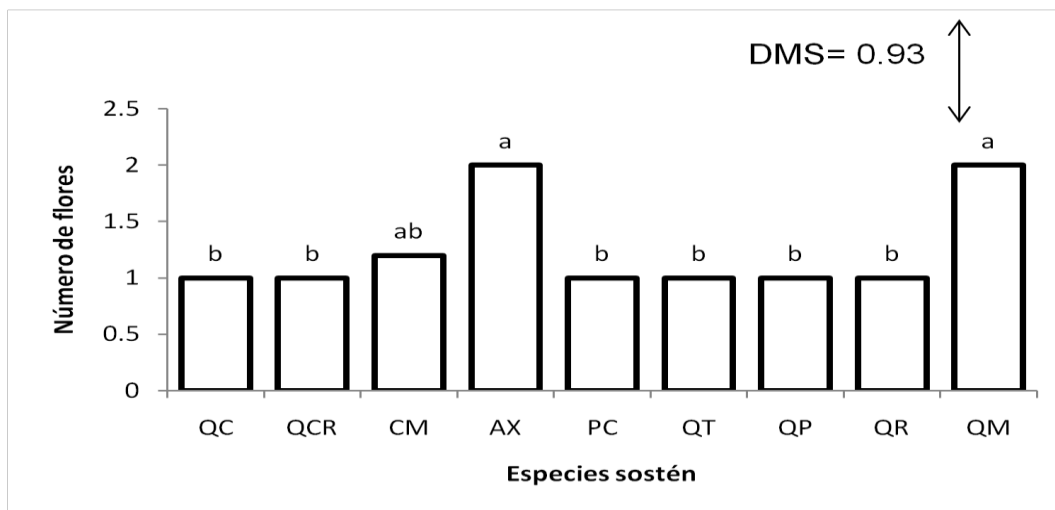


Figura 20. Número de flores de *Laelia autumnalis* cultivadas en los medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. CM= *Crataegus mexicana*. AX= *Arbutus xalapensis*. PC= *Prunus capulí*. QT= Trozos de *Quercus sp.* QP= *Quercus* sin aplicaciones. QR= *Quercus rugosa*. QM= Plantas con más de 4 pseudobulbos sobre *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

La temperatura, humedad relativa e intensidad lumínica, fueron altamente significativas ($p \leq 0.0001$) entre tratamientos (Cuadro 7)

Cuadro 7. Condiciones microambientales de especies sostén y datos estadísticos básicos registrados.

Variables	Media	R ²	CM	CM Error	CV (%)
Temperatura °C	11.01	0.05	1926.13**	30.53	50.17
Humedad relativa (%)	72.68	0.02	10896.56**	392.42	27.26
Intensidad de luz (lum/sqf)	54.97	0.40	91487.73**	4706.38	124.80

*Diferencia significativa. **Diferencias altamente significativa. R²= Coeficiente de determinación, CM= Cuadrados medios, CV= Coeficiente de variación.

En el forofito *A. xalapensis*, se encontró entre los meses de septiembre a diciembre, un promedio de temperatura de 12.62 °C, que fue la más alta que se presentó en todas las especies evaluadas, al analizar otras variables como floración y desarrollo de pseudobulbos, se encontró que en este forofito *L. autumnalis* se desarrolla mejor, lo que indica claramente que esta orquídea se desarrolla mejor en microambientes cálidos dentro de un bosque de pino-encino (Figura 21). En el estudio de *Cypripedium candidum* Wake (2007), encontró que la temperatura es una condición microambiental que afecta el desarrollo de la flor, cápsulas y en general de la reproducción, ya que con valores dispersos de la temperatura no se presenta polinización y se limita la dispersión de las plantas.

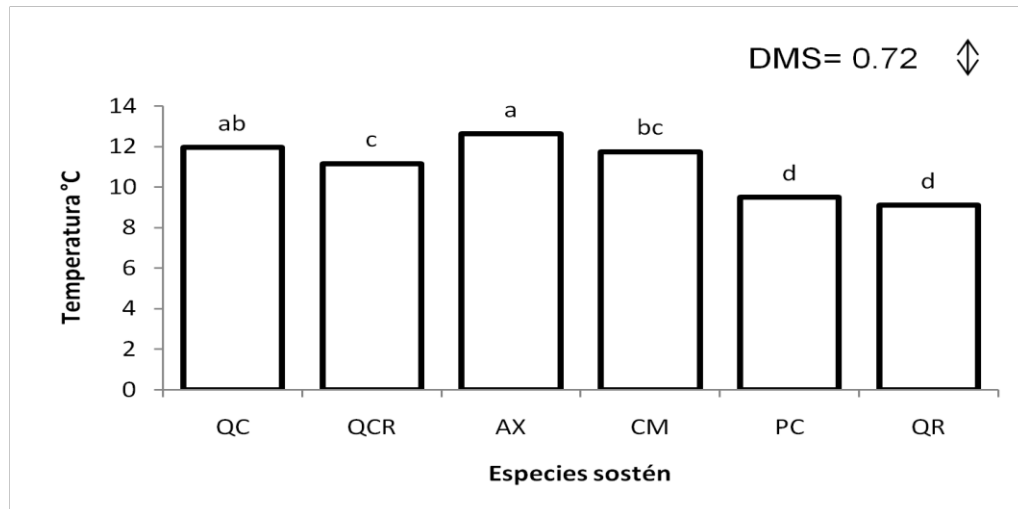


Figura 21. Estimación microambiental de la temperatura de los diferentes medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. AX= *Arbutus xalapensis*. CM= *Crataegus mexicana*. PC= *Prunus capulí*. QR= *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

En el análisis de la humedad relativa entre los meses de septiembre a diciembre, se encontró que en la especie *P. capulí* se presenta la cantidad mayor en promedio (79.02 %); se infiere que la retención de humedad de esta especie, es excesiva para la orquídea sostenida en su corteza y al comparar los resultados se encontró que *P. capulí* no es un buen forofito ya que los pseudobulbos sostenidos en esta especie son de poco diámetro; lo que indica que la retención de humedad en cantidades mayores no favorece la adaptación y desarrollo de *L. autumnalis* y esto se confirma ya que en *A. xalapensis* el contenido de humedad fue el valor más bajo obtenido y en esta especie sostén las orquídeas en general se desarrollan mejor (Figura 22). Las

epífitas viven en condiciones del dosel muy variables, principalmente en relación a la disponibilidad de agua; poseen adaptaciones para resistir condiciones secas, tales como la succulencia, cutículas impermeables, tricomas foliares (Andrade *et al.*, 2007).

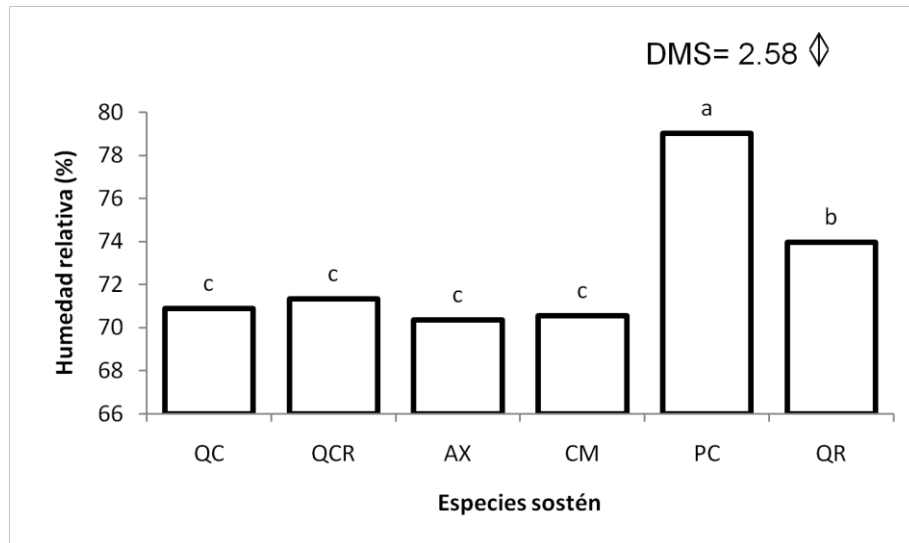


Figura 22. Estimación microambiental de la humedad relativa de los diferentes medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. AX= *Arbutus xalapensis*. CM= *Crataegus mexicana*. PC= *Prunus capulí*. QR= *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

En la evaluación de la intensidad de luz, se encontró que en las especies *Q. crassipes* y *Q. crassifolia* se presenta la mayor cantidad de luz (73.40 y 77.02 lum/sqf) las menores cantidades de luz se presentaron en *A. xalapensis* y en *C. mexicana* (47.62 y 42.13), lo que indica, que en los forofitos con menor luminosidad diurna que quizás es modificada por el tipo de follaje, influye en el desarrollo de *L. autumnalis*, (Figura 23).

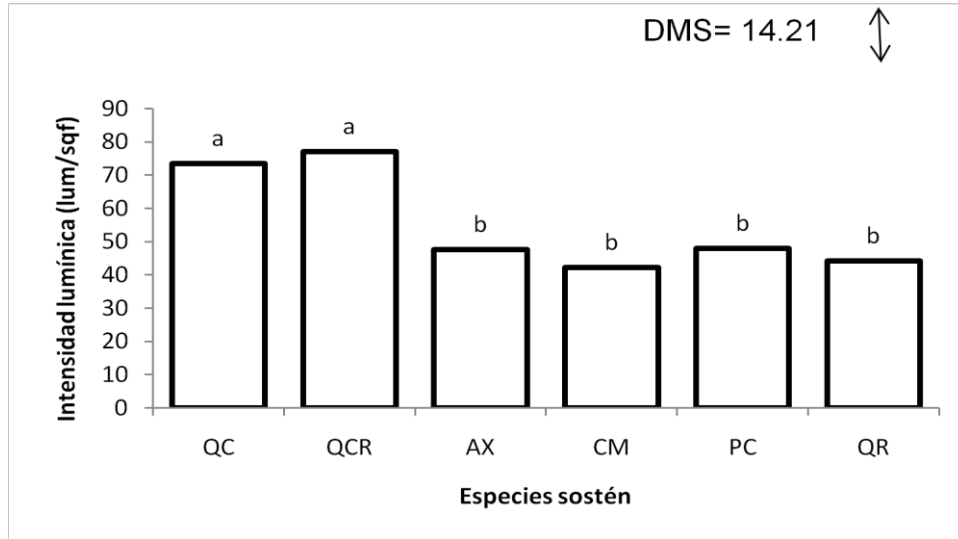


Figura 23. Estimación microambiental de la intensidad de luz de los diferentes medios de sostén indicados. QC= *Quercus crassipes*. QCR= *Quercus crassifolia*. AX= *Arbutus xalapensis*. CM= *Crataegus mexicana*. PC= *Prunus capulí*. QR= *Quercus rugosa*. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

La iluminación es de gran importancia para las epífitas, que se distribuyen de acuerdo con su tolerancia a la luz. La presencia de la antropización del ecosistema es un factor evidente que modifica la penetración y distribución de la luz en el bosque y afecta el crecimiento y adaptación de las orquídeas (García-González y Pérez, 2011).

Cuando existen períodos de luz muy largos, en las plantas no ocurre el cierre estomático y afecta el proceso de fotosíntesis, lo cual hace que haya una

disminución en la acumulación de carbohidratos, lo que afecta el desarrollo de la epífita (Andrade *et al.*, 2007).

V. CONCLUSIONES

-Es posible la reintegración de plantas de la orquídea *L. atumnalis* a un bosque de pino-encino.

-En general es preferible el forofito *A. xalapensis* para el establecimiento de *L. atumnalis*, con al menos cuatro pseudobulbos.

-*L. atumnalis* se adapta mejor a especies sostén que presenten características microambientales de escasa humedad relativa y que tengan menores cantidades de agua en su corteza.

-La floración es afectada por el forofito donde se sostiene *L. atumnalis*, ya que el tamaño de la flor y algunas de sus partes se modifican en diferentes especies sostén.

VI. LITERATURA CITADA

- AGUILAR-RODRÍGUEZ, S.; TERRAZAS, T.; AGUIRRE-LEÓN, E. Y HUIDROBO-SALAS, M. E. 2007. Modificaciones en la corteza de *Prosopis laevigata* por el establecimiento de *Tillandsia recurvata*. México. Bol. Soc. Bot. Méx. 81 (1): 27-35.
- ALVARADO, R. D.; SAAVEDRA, R. L. 2008. Primer reporte de *Phytophthora cinnamomi* asociado al encino (*Quercus spp*) en Teconapa, Guerrero, México. Agrociencia 42 (5): 1-10.
- ALANIS, R. E.; RIVERA, S.; JIMENEZ, P. J.; ALANIS, F. G. 2008. Restauración ecológica post-incendio del bosque de pino-encino en el Parque Ecológico Chipinque, A.C. Reporte de Actividades. Facultad de Ciencias Forestales y Facultad de Ciencias Biológicas de la Universidad Autónoma de Nuevo León, México. pp: 1-3.
- ÁLVAREZ, J. 2007. Manual para la forestación con pino. Proyecto de desarrollo sostenible en las comunidades de Yauyos. PROSIP. Perú. pp: 4-8.
- ANDRADE, J. L.; DE LA BARRERA, E.; REYES, G. C.; RICALDE, M. F.; VARGAS, S. G. Y CERVERA, J. C. 2007. El metabolismo ácido de las crasuláceas: diversidad, fisiología ambiental y productividad. Méx. Boletín de la Sociedad Botánica de México 81 (1): 37-50.

- BACA, V. J. M. 2000. Caracterización de la estructura horizontal y vertical en bosques de pino-encino. Tesis de maestría. Universidad autónoma de Nuevo León. pp: 96-100.
- BARTHLOTT, W.; SCHMIT-NEUERBURG, V.; NIEDER, J.; ENGWALD, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. *Plant Ecology* 152: 145-156.
- CEBALLOS, S. 2007. El manejo comunitario de recursos forestales y la conservación de los bosques. *Memorias del Congreso Internacional sobre Desarrollo y Ambiente. Costa Rica*. pp 12-14.
- CEJA, R.J.; ESPEJO, S. A.; LÓPEZ, F. A. R.; GARCÍA, C. J.; MENDOZA, R. A. Y PÉREZ, G. B. 2008. Las plantas epífitas, su diversidad e importancia. *Ciencias* 91(1): 35-41.
- CODEX BADIANUS. DE LA CRUZ, M. 1552. The Badianus Manuscript. Vatican Library.
- COLLINS, M. T. 2007. Factors affecting the recovery of orchids in apostmining landcaspe. Digital Theses Repository. Thesis of The University of the Western Australia. pp: 167-178.
- DAMON, A. 2009. Ecosistemas y comunidades: Procesos naturales y sociales de los bosques. Las epífitas. División de conservación de la biodiversidad. ECOSUR. pp: 17-20.

DRESSLER, R. L. 1990. The Orchids. Natural History and Classification. Harvard University Press. London. 332 p.

DOUGHERTY, J. 2004. Orchid Conservation. *Orchidmania* 8 (4): 4-8.

GARDUÑO, C.; GARCIA, S. Y.; RAMOS, M.; TÉLLEZ, M. A. A. 2007. Area recovery and characteristic orchids conservation "*in situ*" at San Angel stony terrain, México, D. F: Reservoir area and ecological pathway at south sciences and humanities educational center (SSHEC) within the National Autonomus University of Mexico. 2007. *Lankesteriana* 7 (1-2): 281-286.

GARCÍA-GONZÁLEZ, A. Y PÉREZ, M. R. 2011. Aspectos fisiológicos de la comunidad orquideológica de un hábitat conservado y uno antropizado en la reserva de la biósfera. Sierra del Rosario, Cuba. *Mesoamericana* 15 (1): 33-39.

GARCÍA, C. J.; SOSA, V. 1998. Clave de subfamilias y tribus de la familia Orchidaceae. Flora de Veracruz, Fascículo 106. Instituto de Ecología A. C. Xalapa, Veracruz. 15 p.

GONZALEZ, E.; GARCÍA, A. 1998. Pináceas de Durango. CIIDIR-IPN, Instituto de Ecología A. C., SIVILLA y Gobierno del Estado de Durango. Durango, Dgo. México. 179 p.

GOWLAND, K. M.; MATHESIUS, U.; CLEMENTS, M. A. AND NICOTRA, A. B. 2007. Understanding the distribution of three species of epiphytic orchids in temperate

australian rainforest by investigation of their host and fungal associates.
Lankesteriana 7(1-2): 44-46.

GRANADOS-SÁNCHEZ, D.; LÓPEZ-RÍOS, G. F.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, M. A.;
SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, A. 2004. Ecología de las plantas epífitas. *Revista Chapingo*
Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 101-111.

GUTIÉRREZ, R. P.; BÁRCENAS, R. 2008. Catálogo de encinos del Herbario de la UAQ.
Facultad de Ciencias Naturales. Universidad Autónoma de Querétaro. pp: 1-5.

HÁGSATER, E.; SOTO ARENAS, M. Á.; SALAZAR- CHÁVEZ, G. A.; JIMÉNEZ
MACHORRO, R.; LÓPEZ, M. A.; ROSAS, R.; DRESSLER, L. 2005. Las orquídeas de
México. *Laelias of México* 15 (1): 133-142.

HERRERA, J.; LASKURAIN, N. A.; LOIDI, J.; ESCUDERO, A.; OLANO, J. M. 2001.
Sucesión secundaria en un abedular-hayedo en el Parque Natural de Urquiola
(Vizcaya). *LAZAROA* 22: 59-66

JIMENEZ, J.; KRAMER, H. 1992. Dinámica del crecimiento de especies arbóreas mediante
el análisis troncal. Reporte científico. Facultad de Ciencias Forestales, Linares. pp:
36.

- JIMÉNEZ, J.; AGUIRRE, O.; KRAMER, H. 2001. Análisis de la estructura horizontal y vertical en un ecosistema multihortal de pino-encino en el Norte de Méxco. Invest. Agr.: Sist. Recur. For. Vol. 10 (2): 356-366.
- LINDIG, C. R.; BLANCO, G. A.; SÁENZ, R. C.; ALVARADO, S. P.; ALEJANDRE, M. N. 2007. Restauración adaptable en la Meseta Purépecha, Michoacán, México: hacia un modelo de estados y transiciones. Bol. Soc. Bot. Mex. 80 (Suplemento): 25-31.
- LÓPEZ, A.; VARGAS, H. J.; RAMÍREZ, H. C.; LÓPEZ, U. J. 1999. Variación intraespecífica en el patrón de crecimiento del brote terminal de *Pinus greggii* Engelm. Revista Chapingo, Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 5(2): 133-140
- MATEOS, M. J. A. 2006. Proyecto Orquídea. Boletín de contacto Otoño-Invierno 2 (4):4: 2-9.
- NIEMBRO, R. A. 2001. Las diásporas de los árboles y arbustos nativos de México. Madera y Bosques, otoño, año/vol. 7, número 002 Instituto de Ecología A.C. Xalapa, México pp. 3-11.
- RANDELL, B. J. 2005. Modelo de restauración ecológica en la microcuenca "El Porvenir". Santiago de Anaya, Hidalgo, México. ISBN 959-250-156-4. En línea: www.dama.gov.co

RANGEL-VILAFRANCO, M.; ORTEGA-LARROCEA, M. P. 2007. Efforts to conserve endangered terrestrial orchids *in situ* and *ex situ* at two natural reserves within central Mexico. *Lankesteriana* 7 (1-2): 326-333.

RIVERA-COTTO, G. Y CORRALES- MOREIRA, G. 2007. Problemas fitosanitarios que amenazan la conservación de las orquídeas en Costa Rica. Costa Rica. *Lankesteriana* 7 (1-2): 347-352.

RUBIO-LICONA, L.; ROMERO-RANGEL, S.; ROJAS-ZENTENO, E. C. 2011. Estructura y composición florística de dos comunidades con presencia de *Quercus* (Fagaceae) en el estado de México. México. *Revista Chapingo. Serie ciencias forestales y del ambiente*. 17 (1): 77-90.

RUIZ DEL CASTILLO, J. 2000. Efectos del fuego en los ecosistemas forestales en la defensa contra incendios forestales. Fundamentos y experiencias. Mc Graw Hill. Madrid. pp 4.1-4.13.

RZEDOWSKI, J. 1978. Vegetación de México. Ed. Limusa. México, D.F 432 p.

RZENDOWSKY, G.; RZENDOWSKY, J.; PEÑA, M. 2001. Flora Fanerogámica del Valle de México 2ª ed., Instituto de Ecología A. C. y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, Pátzcuaro (Michoacán) 1046 p.

- SALAZAR-CASASA, W.; RIVERA-COTTO, G. Y CORRALES-MOREIRA, G. 2007. Comparación de los problemas fotosanitarios en orquídeas de poblaciones silvestres y de cultivo, como evaluación de riesgos de plagas o epidemias. México. *Lankesteriana* 7(1-2): 362-367.
- SALAZAR-ROJAS, V.M.; HERRERA-CABRERA, B.E.; FLORES-PALACIOS, A.; OCAMPO-FLETES, I. 2007. Uso tradicional y conservación de la “calaverita” *Laelia anceps* subsp. *Dawsonii* F. *Chilapensis* Soto-Arenas en la región de Chilapa, Guerrero. *Lankesteriana* 7 (1-2): 368-370.
- SANTA, J. N. N.; GARCÍA, R. T. Y GÓMEZ, M. G. D. 2009. Estructura y composición de la comunidad de orquídeas de la Reserva Natural “La Montaña del Ocaso”. Armenia Colombia. Quimbaya-Quindío. *Rev. Invest. Quindío*. 19(1): 122-134.
- SAS Institute. (Statistical Analysis System). 1997. Paquete estadístico. Versión 6.03 Fiveth edition., volumen 1 and 2. SAS Institute Inc. Cary, N.C.
- SEMARNAT. 2001. Plan estratégico forestal para México 2025. Comisión Nacional Forestal. Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. México, D. F. 142 p.
- SER. 2004. Society for Ecological Restoration International Science and Policy Working Group. The International Primer On Ecological Restoration. Versión 2. pp: 1-15.
- SWARTS, N. 2007. Integrated conservation of the rare and endangered terrestrial orchid *Caladenia huegelii*. Thesis of The University of the Western Australia. pp: 93-115.

SWARTS, N. D.; BATTY, A. L.; HOPPER, S. D.; BIXON, K. W. 2007. Does integrated conservation of terrestrial orchids work? *Lankesteriana* 7 (1-2): 219-222.

TRAPNELL, D.W. AND HAMRICK, J.L. 2006. Variety of phorophyte species colonized by the neotropical epiphyte, *Laelia rubescens* (Orchidaceae). *EUA. Selbyana* 27(1): 60-64.

VÁZQUEZ-YANEZ, C.; BÁTIS, A.I.; ALCOCER, M. I.; GUAL, M.; SÁNCHEZ, D. 1999. Árboles y arbustos nativos potencialmente valiosos para la restauración ecológica y la reforestación. Instituto de Ecología. UNAM. CONABIO. México, D.F. 311 p.

WAKE, C. M. F. 2007. Micro-environment conditions micorrhizal symbiosis and seed germination in *Cypripedium candidum*: estrategias for conservation. *Lankesteriana*. 7(1-2): 423-426.

YOUNG, T.P., PETERSEND, D.A. Y CLARY J.J. 2005. The ecology of restoration: Historical links, emerging issues and unexplored realms. *Ecology letters*. 8: 662-673. pp: 1-12.

ZOTZ, G. AND SCHMIDT, G. 2006. Population decline in the epiphytic orchid *Aspasia principissa*. *EUA. Biol. Conserv.* 129 (1): 82-90.

<http://www.semarnat.gob.mx/leyesy normas/Normas%20Oficiales%20Mexicanas%20vigentes/NOM-ECOL-059-2010.pdf>

CAPÍTULO 2. EFECTO DEL TIPO DE SUSTRATO SOBRE EL DESARROLLO DE

L. autumnalis

I. INTRODUCCIÓN

La nutrición en el cultivo de las orquídeas suele convertirse en un problema relevante cuando existe poco uso de sustratos y fertilizantes y se desconoce su forma de manejo. Se reconoce que un eficiente empleo de los mismos, permite acelerar el crecimiento vegetativo, aumentar la precocidad en la floración y promover una conveniente relación simbiótica con hongos endomicorrízicos (Espinoza *et al.*, 2000).

La orquídea *L. autumnalis* es de gran valor ornamental (Figura 1) y no se ha estudiado previamente su comportamiento en maceta; su flor cortada presenta alta demanda en el mercado sin embargo, es cotizada a precios bajos y su venta es de manera clandestina, ya que las plantas que se comercializan son silvestres y esta especie no se encuentra en ninguna categoría en las normas oficiales que rigen el comercio o transporte de las orquídeas, lo que permite su venta sin riesgo para los comerciantes de planta silvestre.

La posible extinción de la especie y el desequilibrio ecológico de los lugares donde se realizan extracciones ilegales, hace necesaria una evaluación del comportamiento de esta orquídea en diferentes sustratos para evaluar la posibilidad de multiplicar vegetativamente a esta especie en condiciones naturales pero controladas.

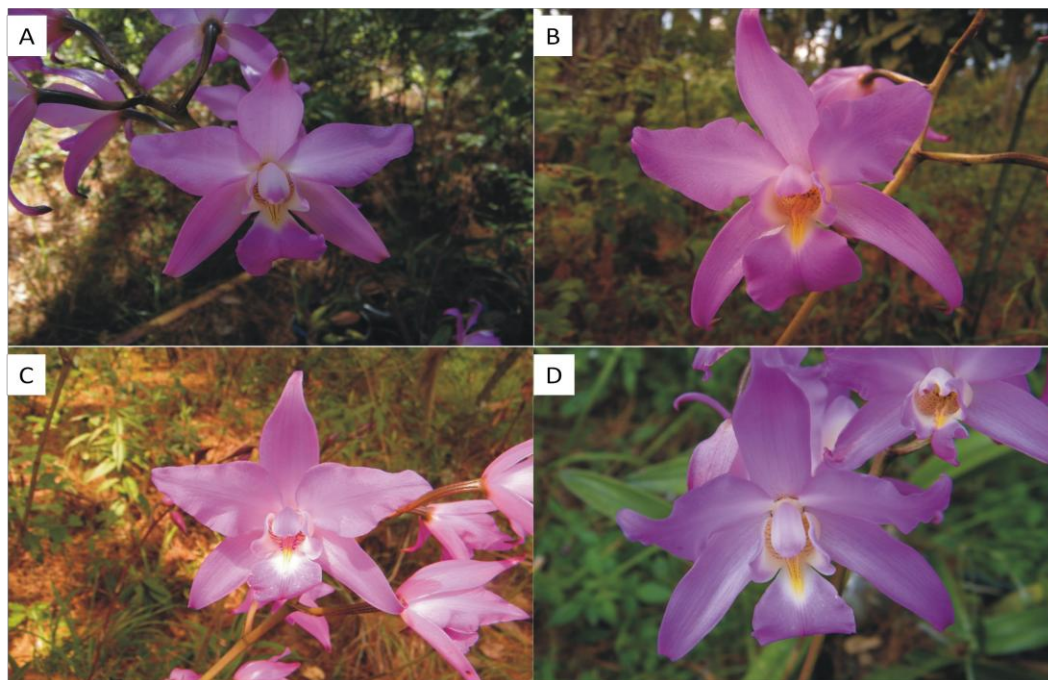


Figura 1. Diversidad fenotípica de flores de *Laelia autumnalis*. A. Flor de color violeta oscuro. B. Flor de color rosa oscuro. C. Flor de color rosa pálido. D. Flor de color violeta claro.

Por lo anterior, el objetivo de éste capítulo fue determinar el mejor sustrato ecológico para el cultivo en maceta de la orquídea *L. autumnalis*.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Características de los sustratos en especies ornamentales

Una forma de propagar orquídeas es el uso de sustratos adecuados y en ocasiones el uso de ellos presenta diferencias sustanciales respecto al cultivarlas de manera tradicional en troncos. Al cultivar en contenedor las plantas son inducidas al crecimiento y frecuentemente superan las características que se desean al realizar cultivo de ornamentales, como tamaño de la flor o rendimiento, siempre y cuando las características del sustrato sean las adecuadas para cada cultivo y el manejo agronómico sea el óptimo requerido por la planta (Abad, 1993).

El término sustrato que se aplica en la producción viverística se refiere a todo material sólido que puede ser natural o sintético, mineral u orgánico y que colocado en contenedor de forma pura o mezclado, permite el anclaje de las plantas a través de su sistema radicular, el sustrato interviene en el proceso de nutrición de la planta. Los sustratos se clasifican en químicamente inertes (perlita, lana de roca, roca volcánica, etc.) y químicamente activos (turbas, corteza de pino, etc.) (Pastor, 1999). Actualmente en México se cultivan alrededor de 3075 ha de plantas ornamentales en contenedores, las cuales ocupan aproximadamente $500\ 000\ m^{-3}$ de sustrato, el uso de tierra de monte como principal componente de estos sustratos ocasiona un impacto ambiental indeseable (García *et al.*, 2001).

En los sustratos, se deben buscar características además de las tradicionales, requerimientos elevados en la explotación agrícola, eficiencia en el uso del agua, reducción de lavado de nutrientes. La homogeneidad del sustrato se debe mantener a largo tiempo, para que la planta no sufra afectaciones con el cambio químico o físico en el proceso de desarrollo (Pastor, 1999).

Existen propiedades elementales que los sustratos deben tener, las cuales caracterizan las transferencias de materia entre sustrato y la solución. Las características químicas que deben ser consideradas son la capacidad de intercambio catiónico, pH, capacidad tampón, contenido de nutrientes y la relación C/N. Las características biológicas que se deben evaluar son el contenido de materia orgánica y su estado de descomposición; un sustrato ideal es el que contiene elevada aireación, elevada porosidad, baja salinidad, bajo costo y facilidad de manejo (Pastor, 1999).

Existen materiales alternativos con propiedades físicas y químicas que pueden sustituir al peat moss, tal es el caso del polvo de coco, entre sus ventajas destaca su amplia disponibilidad en México y sus adecuadas propiedades físicas y químicas (Noguera *et al.*, 2003).

En México se han utilizado como sustratos a la tierra de hoja, la cascarilla de arroz y corteza de pino; el peat moss se emplea en forma limitada debido a que es un sustrato importado de Estados Unidos o Canadá, lo que encarece la producción. El peat moss es un recurso renovable que tiene un efecto negativo en el ambiente al

extraerlo de su hábitat natural (Hanson, 2003) y la mayor parte de los sustratos usados en la producción de plantas ornamentales en contenedores se componen principalmente de tierra de monte o tezontle (García *et al.*, 2001).

El suelo de bosque se utiliza en la gran mayoría de los viveros forestales debido a sus características tales como fertilidad, contenido de micorrizas, porosidad y textura, entre otras, que hacen un adecuado medio de crecimiento para las plantas, pero su utilización puede verse limitada por su alto costo de adquisición y a las dificultades para conseguirlo (Arteaga *et al.*, 2003).

Se deben encontrar alternativas a estos sustratos para reducir el impacto ambiental que ocasiona el uso de estos materiales, como son el uso de subproductos orgánicos agroindustriales: cascarilla de arroz, polvo de coco, corteza de pino o composta, en combinación con materiales inorgánicos como piedra pómez y tezontle (García *et al.*, 2001).

Las pajas de diversos cultivos son una fuente potencial para su uso como sustrato, ya que son un desperdicio abundante en México (SAHR, 2000). La utilización de estos materiales ofrece ventajas, el precio de estos materiales son menores a otros sustratos y son fáciles de obtener; otra ventaja ecológica es el de dar una finalidad productiva a materiales secundarios de otros procesos productivos (Pastor, 1999).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación del experimento

La presente investigación se desarrolló en el predio denominado “Aratzindan” (Figura 6), ubicado en la comunidad de Charapan, Michoacán, a $19^{\circ} 34'$ de Latitud Norte, $102^{\circ} 17'$ de Longitud Oeste que se encuentra a una altitud de 2500 msnm y es de clima templado subhúmedo con lluvias en verano C(w2)W(b')ig, bajo condiciones de bosque de pino-encino (Figura 2).

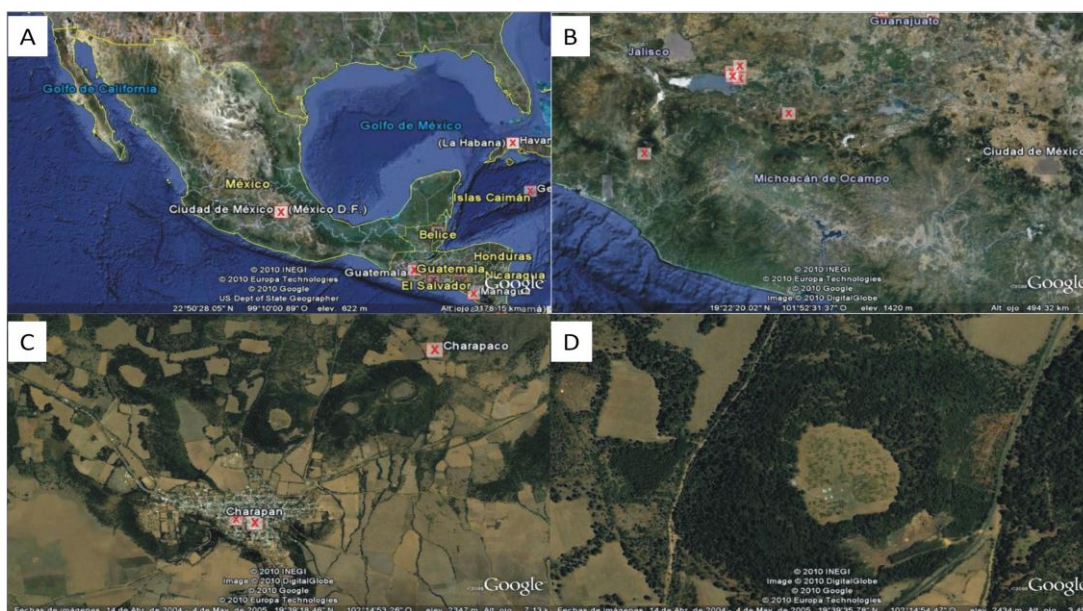


Figura 2. Ubicación del experimento. A. República Mexicana. B. Estado de Michoacán de Ocampo. C. Municipio de Charapan. D. Cerro “Aratzindan”.

3.2 Desarrollo general de metodologías

Plantas adultas rescatadas de *L. autumnalis*, se sometieron a un tratamiento a base sulfato de cobre pentahidratado ($6 \text{ g}\cdot\text{litro}^{-1}$) para el control de enfermedades antes del montaje del experimento.

Posteriormente se prepararon muestras de cuatro pseudobulbos y se colocaron en macetas de plástico de 6 pulgadas, en donde se estudió el efecto de cinco tratamientos conformados por diferentes sustratos (Cuadro 1); cada uno con 10 repeticiones; los tratamientos se distribuyeron conforme a un diseño experimental completamente al azar, la unidad experimental fue una maceta con una planta de cuatro pseudobulbos.

Como fuentes principales para la formulación de los sustratos se utilizaron carbón vegetal, tezontle rojo, corteza de encino seca triturada, peat moss, vermiculita, aserrín de pino-encino, composta de corteza, viruta de encino, musgo, bagazo de caña y paja de avena seca molida (Figura 3).



Figura 3. Componentes para la formulación de sustratos. A. Tezontle. B. Paja de avena. C. Vermiculita. D. Peat moss. E. Musgo. F. Bagazo de caña. G. Aserrín. H. Corteza.

Cuadro 1. Proporción de los sustratos formulados para el cultivo de *Laelia autumnalis* en macetas.

Sustrato	Fuentes y Número de partes
Catecopeat	Carbón 1 + Tezontle 1 + Corteza de encino 2 + Peat Moss ½ + Vermiculita ½
Astecoca	Aserrín de pino-encino 2 + Tezontle 2 + Corteza de encino 1 + Carbón 1
Ascovimu	Aserrín de pino-encino 1 + Composta 1 + Viruta 1 + Musgo 1
Temucoba	Tezontle 1 + Musgo 1 + Composta 2 + Bagazo de caña 2
Tecocapa	Tezontle 1 + Composta 2 + Carbón 1 + Paja de avena 2

La corteza de encino se secó al sol durante siete días y se trituró en trozos de 1 a 2 mm aproximadamente; se utilizó la mezcla comercial peat moss importada de Canadá de musgo *Sphagnum* sp., con carga de nutrientes y pH ajustado a 6.2. Se utilizó vermiculita comercial sin clasificación específica; el aserrín se conformó por una mezcla de aserrín de pino y encino, colectado en un depósito de desperdicios forestales de Charapan, Michoacán. Se utilizó viruta de encino, colectada en un aserradero de Zacán, Mpio. de Los Reyes, Michoacán; el musgo se colectó en un bosque de pino-encino de Zacán, Michoacán. La composta se formuló a base de corteza de pino y encino; el bagazo de caña se colectó en un ingenio de caña

azucarera como un desperdicio de la zafra y se usó paja de avena seca molida, desperdicio de un centro forrajero de Charapan, Michoacán.

A las plantas evaluadas en este experimento, en el primer ciclo de evaluación, se les aplicó quincenalmente de manera alternada varios fungicidas oxiclورو de cobre al 50 % (Oximet®) 3 g L⁻¹, benomilo (Benlate®) 1 g L⁻¹, y estreptomina (Agrymicin®) 5 g L⁻¹ y metalaxil-M (Ridomil Gold®) 1 g L⁻¹. El riego se hizo por aspersión, a los tratamientos 2, 3, 4 y 5 se les aplicó cada dos días, al tratamiento 1, sólo cada 7 días, esto debido a que el porcentaje de retención de humedad fue diferente para estos tratamientos. La nutrición de las plantas se efectuó de igual forma que en el experimento anterior.

Para este experimento se registraron las variables: días de emergencia de brotes, número y longitud de brotes, días de formación de nuevos pseudobulbos, diámetro de pseudobulbos; se hizo un análisis en la etapa fenológica del nuevo pseudobulbo. Para el análisis de la fenología se nombraron cinco etapas de desarrollo del nuevo pseudobulbo: 0, 1, 2, 3 y 4; 0= Etapa yema en latencia. 1= Etapa botón. 2= Etapa emergencia primera hoja. 3= Etapa alargamiento del brote. 4= Etapa engrosamiento de pseudobulbo. (Figura 4); los datos obtenidos se convirtieron a logaritmos para el análisis estadístico.

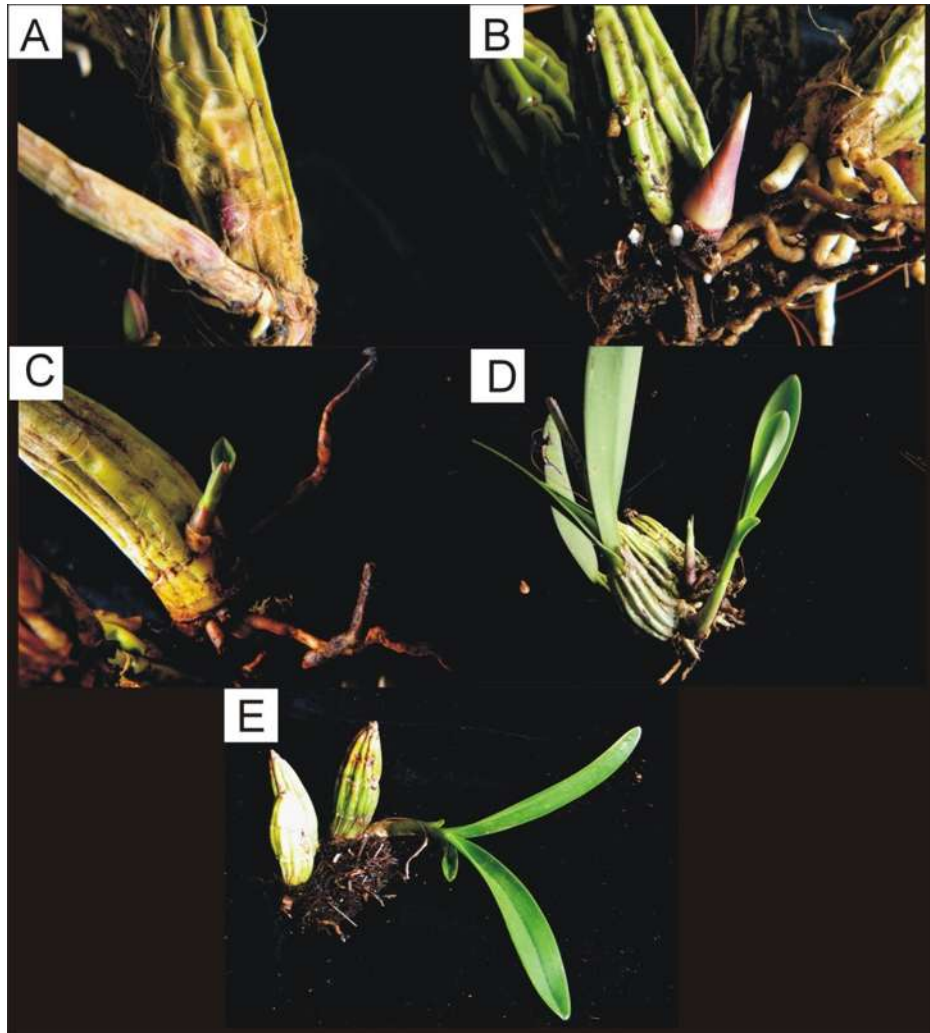


Figura 4. Etapas fenológicas del desarrollo del pseudobulbo en plantas de *Laelia autumnalis*. 0= Etapa yema en latencia. 1= Etapa botón. 2= Etapa emergencia primera hoja. 3= Etapa alargamiento del brote. 4= Etapa engrosamiento de pseudobulbo.

Para la variable presencia de brotes de pseudobulbo, se observó la aparición por unidad experimental de nuevos brotes de flor después del montaje del experimento, para la variable diámetro de pseudobulbo se midió el nuevo brote de pseudobulbo con vernier de metal y la longitud del brote se realizó con regla milimétrica (Figura 5).

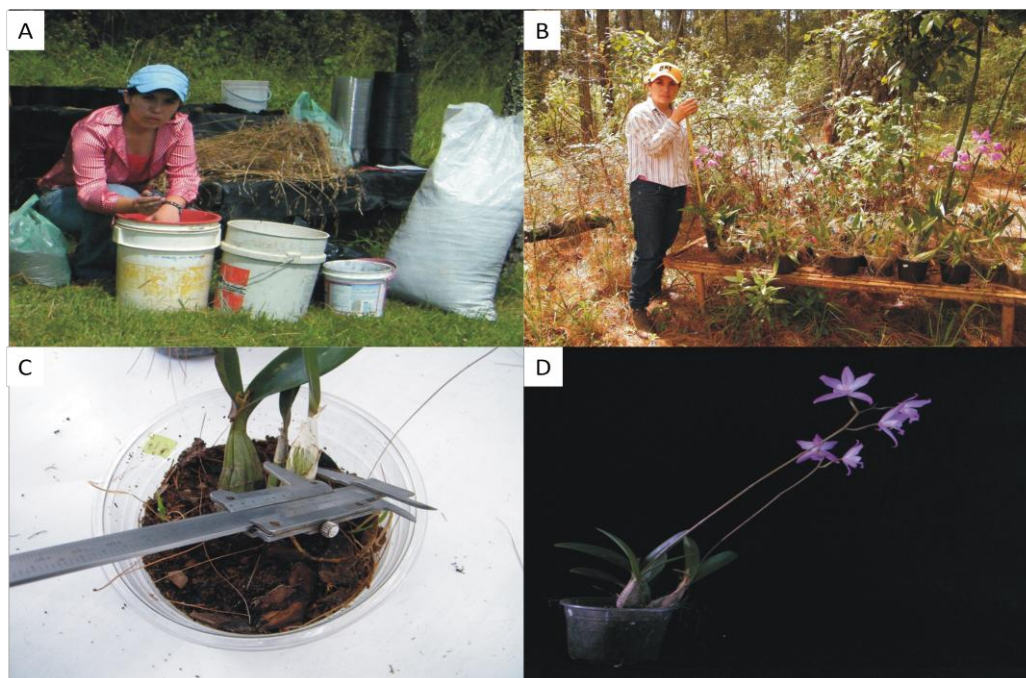


Figura 5. Evaluación de sustratos. A. Elaboración de los sustratos. B. Toma de datos. C. Medición de variables. D. Floración de *Laelia autumnalis* en macetas.

Para la determinación de las propiedades físicas de los sustratos, se realizaron varias mezclas previas a la selección de las mezclas que se usaron finalmente y se evaluaron de manera visual y se compararon con el testigo el cual es un sustrato probado y recomendado por Jiménez (Tesis en Proceso); después de seleccionar varios sustratos, a los cuales se les determinó el porcentaje de porosidad, de aireación y de retención de humedad.

En el segundo ciclo de evaluación, se colocaron las plantas de los sustratos astecoca y temucoba en los sustratos ascomivu, catecopeat y tecocapa; esto debido a que las orquídeas en los primeros sustratos presentaron problemas fitosanitarios por exceso

de retención de humedad y falta de drenaje, los tratamientos evaluados en este ciclo, se conformaron por tres, la unidad experimental fue una maceta con 20 repeticiones, completamente al azar. A estas plantas se les aplicó semanalmente Bayfolan Forte® 1 ml L⁻¹, además para la prevención de enfermedades se aplicó sulfato de cobre pentahidratado y Cal 10 g L⁻¹ de cada producto y mensualmente se aplicó estreptomicina (Agrimycin®) 5 g L⁻¹

Se registraron las variables longitud del pseudobulbo, número de pseudobulbos, número de flores, longitud y grosor de estípite y longitud del pétalo. Para la determinación de la longitud del pseudobulbo se utilizó un vernier, el conteo se hizo de forma manual para el número de pseudobulbos, se contó la totalidad de ellos por maceta, al igual que el número de flores, para la longitud del estípite se utilizó cinta métrica y para la determinación del grosor del estípite y longitud de pétalo se usó vernier.

Con los datos obtenidos se hizo un análisis de varianza y prueba de comparación de medias (Tukey, $P \leq 0.05$) con el paquete estadístico SAS versión 6.03 (SAS, 1997).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Influencia del tipo de sostén sobre el desarrollo de *L. autumnalis* durante el primer año de evaluación

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.0001$) entre tratamientos para las variables longitud y diámetro del pseudobulbo (Cuadro 2), pero no en el desarrollo de nuevos brotes en *L. autumnalis* en los diferentes sustratos, efecto que se atribuye a que esta especie desarrolla un brote por planta anualmente, a partir de una yema localizada en la base del pseudobulbo más joven, aunque es posible que otros pseudobulbos formen brotes nuevos.

Cuadro 2. Prueba sustratos y datos estadísticos básicos registrados de *Laelia autumnalis*.

VARIABLES	Media	R ²	CM	CM Error	CV (%)
Emergencia de brotes (d)	54.02	0.16	612.99	322.58	33.25
Número de brotes	1.67	0.05	0.27	0.47	41.28
Longitud de pseudobulbo(cm)	10.36	0.60	97.56**	6.44	24.51
Diámetro de pseudobulbo (cm)	2.08	0.29	3.07*	0.75	41.67

*Diferencia significativa. **Diferencias altamente significativa. R²= Coeficiente de determinación, CM= Cuadrados medios, CV= Coeficiente de variación.

De manera general no se presentaron diferencias significativas en el desarrollo de nuevos brotes en *L. autumnalis* en los diferentes sustratos; sin embargo, las plantas cultivadas en ascovimu (aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1), presentaron brotes a los 43 días en promedio, en comparación con otros sustratos como catecopeat (carbón, tezontle, corteza, peat moss, vermiculita, 1:1:2: ½:½), en el que la brotación se inició hasta los 64 días (Figura 6A). En promedio todos los sustratos generaron un número similar de brotes (Figura 6B) que puede ser debido a que en esta especie sólo se generan uno o dos brotes por planta anualmente.

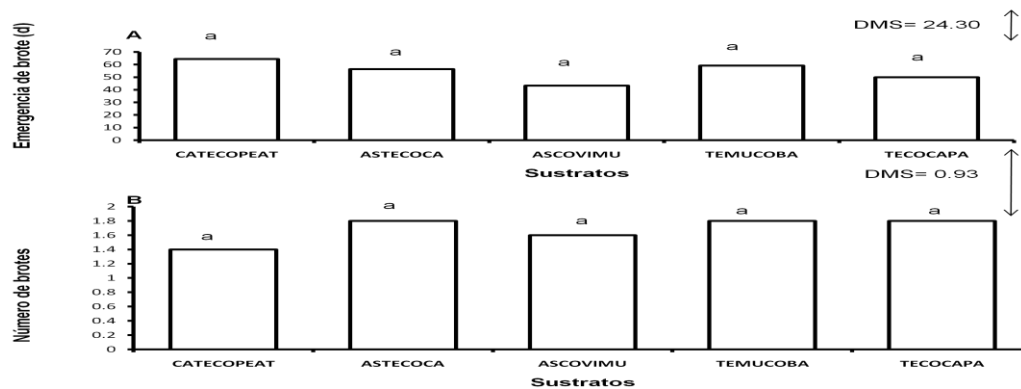


Figura 6. Desarrollo de nuevos brotes de *Laelia autumnalis* cultivada en los tipos de sustratos indicados. A. Emergencia de brotes. B. Número de brotes. CATECOPEAT= carbón, tezontle, corteza, peat moss, vemiculita, 1:1:2:½:½. ASTECOCA= aserrín, tezontle, corteza, carbón, 2:2:1:1. ASCOVIMU= aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1. TEMUCOBA= tezontle, musgo, composta, bagazo de caña, 1:1:2:2. TECOCAPA= tezontle, composta, carbón, paja de avena, 1:2:1:2. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS= Diferencia mínima significativa.

Las plantas cultivadas en ascovimu (aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1), presentaron brotes a los 43 días en promedio, en comparación con otros sustratos como catecopeat (carbón, tezontle, corteza, peat moss, vermiculita, 1:1:2: ½:½), en el que la brotación se inició hasta los 64 días. En este mismo sustrato los pseudobulbos fueron más grandes (15.8 cm), en los demás sustratos evaluados los pseudobulbos no rebasaron los 10 cm de altura. Esta mezcla compuesta por aserrín y la corteza, subproductos de la industria forestal, es una opción económica para el desarrollo de plantas de la familia Orchidaceae, que puede sustituir sustratos importados como la vermiculita, el peat moss (Sánchez-Córdova *et al.*, 2008).

Al igual que lo observado en la longitud del pseudobulbo, las plantas cultivadas en ascovimu, presentaron el mayor diámetro (2.9 cm) en tanto que catecopeat y astecoca (aserrín, tezontle, corteza, carbón, 2:2:1:1), fueron los sustratos que ejercieron menor efecto en el crecimiento del pseudobulbo. El análisis de las características físicas de los sustratos utilizados en la presente investigación denotó que estos sustratos fueron muy homogéneos. Es posible que la propiedad que interviene en el desarrollo de *L. autumnalis* sea la capacidad de transferencia nutrimental entre sustrato-planta tal como lo menciona Rodríguez *et al.* (2010) (Figura 8).

En la variable longitud del pseudobulbo, el cultivo de plantas de *L. autumnalis* en ascovimu respondió mejor, al acumular 15.8 cm de altura; en los demás sustratos evaluados, los pseudobulbos no rebasaron los 10 cm de altura. Esto podría indicar

que ascovimu presenta propiedades adecuadas para el desarrollo de plantas (Figura 7A).

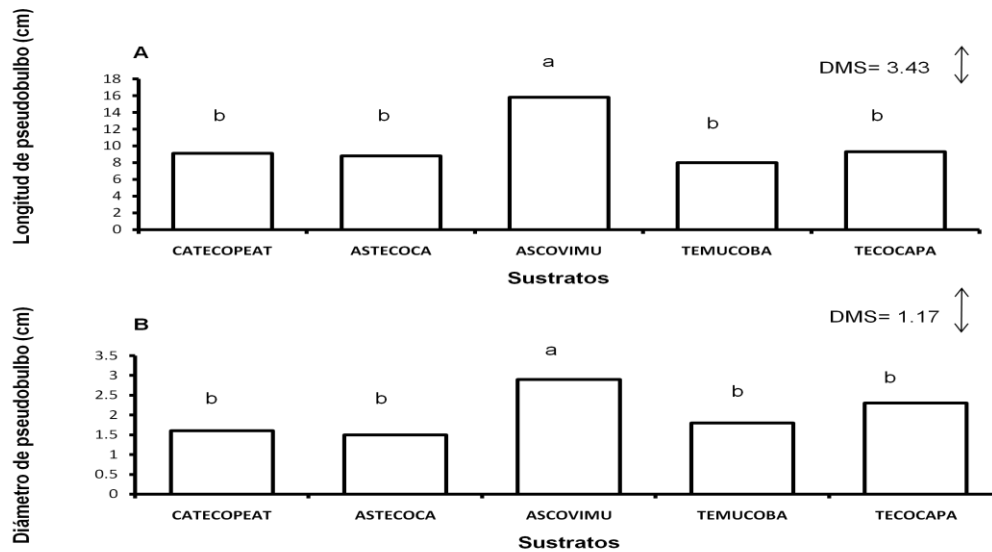


Figura 7. Desarrollo del pseudobulbo en *Laelia autumnalis* cultivada en los tipos de sustratos indicados. A. Longitud. B. Diámetro. CATECOPEAT= carbón, tezontle, corteza, peat moss, vemiculita, 1:1:2:1/2:1/2. ASTECOCA= aserrín, tezontle, corteza, carbón, 2:2:1:1. ASCOVIMU= aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1. TEMUCOBA= tezontle, musgo, composta, bagazo de caña, 1:1:2:2. TECOCAPA= tezontle, composta, carbón, paja de avena, 1:2:1:2. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, P ≤ 0.05). DMS= Diferencia mínima significativa.

Existió una respuesta diferente en el desarrollo del grosor del pseudobulbo de *L. autumnalis* cultivada en diferentes sustratos. Al igual que lo observado en la longitud del pseudobulbo, las plantas cultivadas en ascovimu, presentaron el mayor diámetro (2.9 cm) en tanto que catecopeat y astecoca (aserrín, tezontle, corteza, carbón, 2:2:1:1), fueron los sustratos que ejercieron menor efecto en el crecimiento del pseudobulbo (Figura 7B).

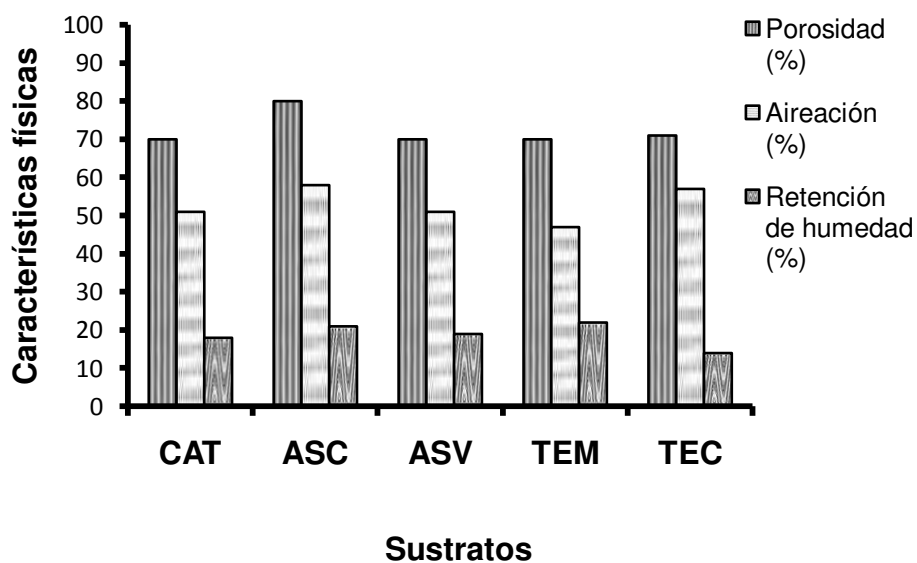


Figura 8. Características físicas de los sustratos. CAT= carbón, tezontle, corteza, peat moss, vemiculita, 1:1:2:1/2:1/2. ASC= aserrín, tezontle, corteza, carbón, 2:2:1:1. ASV= aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1. TEM= tezontle, musgo, composta, bagazo de caña, 1:1:2:2. TEC= tezontle, composta, carbón, paja de avena, 1:2:1:2.

En el análisis del comportamiento fenológico del nuevo pseudobulbo, se encontró que en ascovimu y en tecocapa la etapa fenológica fueron las más altas (0.6767 y

0.6021), lo que nos sugiere que en este sustrato el desarrollo del nuevo pseudobulbo es más avanzado que en los demás sustratos, en astecoca la etapa fenológica se encuentra en promedio en 0.3010, esto indica que el desarrollo de pseudobulbos en este sustrato es lento (Cuadro 3).

Cuadro 3. Etapa fenológica del nuevo pseudobulbo de *Laelia autumnalis* en cultivo sobre macetas con sustratos.

Sustrato	Etapa fenológica	
Catecopeat	0.4380	b
Astecoca	0.3010	c
Ascovimu	0.6767	a
Temucoba	0.4771	b
Tecocapa	0.6021	a
Coeficiente de Variación (%)	10.34	
Pr > F	0.0001	
Diferencia mínima significativa	0.0853	

4.2 Influencia del tipo de sostén sobre el desarrollo de *L. autumnalis* durante el segundo año de evaluación

El análisis estadístico mostró diferencias altamente significativas ($p \leq 0.0001$) entre tratamientos para la variable longitud del estípite y altamente significativas

($p \leq 0.0005$) para las variables longitud y número de pseudobulbos; número de flores y grosor del estípite (Cuadro 4 y Figura 9).

Cuadro 4. Prueba sustratos en el segundo año de evaluación y datos estadísticos básicos registrados de *Laelia autumnalis*.

Variables	Media	R ²	CM	CM Error	CV (%)
Longitud del pseudobulbo (cm)	8.89	0.19	5.60*	1.60	14.24
Número de pseudobulbos	4.92	0.14	3.76*	0.84	18.65
Número de flores	6.06	0.20	21.31*	5.91	40.08
Longitud de estípite (cm)	43.93	0.39	105.67**	11.25	7.64
Grosor de estípite (cm)	0.33	0.22	0.02*	0.006	22.91
Longitud del pétalo (cm)	4.40	0.01	0.01	0.07	6.10

*Diferencia significativa. **Diferencias altamente significativa. R²= Coeficiente de determinación, CM= Cuadrados medios, CV= Coeficiente de variación.

En la evaluación a los 600 días después del establecimiento del experimento, se presentaron resultados similares a los obtenidos a los 180 días en el análisis del desarrollo del pseudobulbo en longitud, en el que las orquídeas desarrollaron pseudobulbos en ascovimu de 9.30 cm en promedio en comparación a los demás sustratos en el que sólo alcanzaron los 7.88 cm como en catecopeat (Figura 10A). La utilización de fibras vegetales como sustratos para especies epífitas tales como los helechos o musgos, tienen efecto positivo sobre el desarrollo vegetativo de las orquídeas, como lo menciona Nieto (2008).

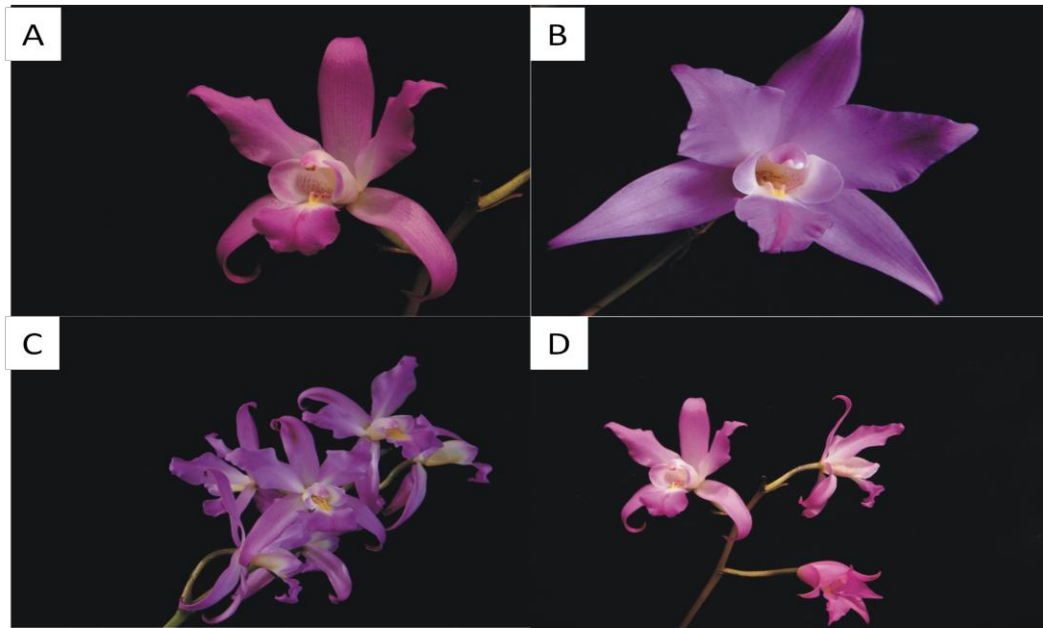


Figura 9. Floración de *Laelia autumnalis*. A. Inflorescencia compuesta por una flor con coloración rosa. B. Inflorescencia compuesta por una flor con coloración violeta. C. Inflorescencia compuesta por varias flores con coloración violeta. D. Inflorescencia compuesta por varias flores con coloración rosa.

En su estudio de sustratos para el crecimiento de *Dendrobium sp.* en donde la plántulas fueron más altas y con mayor área foliar y longitud. Se concuerda con lo mencionado por Oberpaur *et al.* (2010); el musgo es una buena opción para remplazar sustratos formulados a base de turba importada o comercial, ya que presenta características físicas parecidas como retención de humedad y porcentaje de porosidad, cuando se combina con mezclas complementarias como la corteza de encino o de pino.

El sustrato tecocapa presentó un mayor número de pseudobulbos por maceta (5.32) en comparación con ascovimu y catecopeat; esto muestra que existió mayor desarrollo de pseudobulbos por unidad experimental y crecimiento de la planta, así como la adaptación de *L. autumnalis* a sustratos formulados a base de paja de avena (Figura 10B). No se concuerda con lo descrito por Muratalla-Lúa *et al.* (2006), los cuales mencionan que el uso de sustratos de pajas causan toxicidad e inhibición del desarrollo de plantas, debido a la liberación de sustancias como taninos y fenoles; en el presente trabajo el sustrato tecocapa, formulado a base de paja de avena no causó toxicidad en *L. autumnalis*.

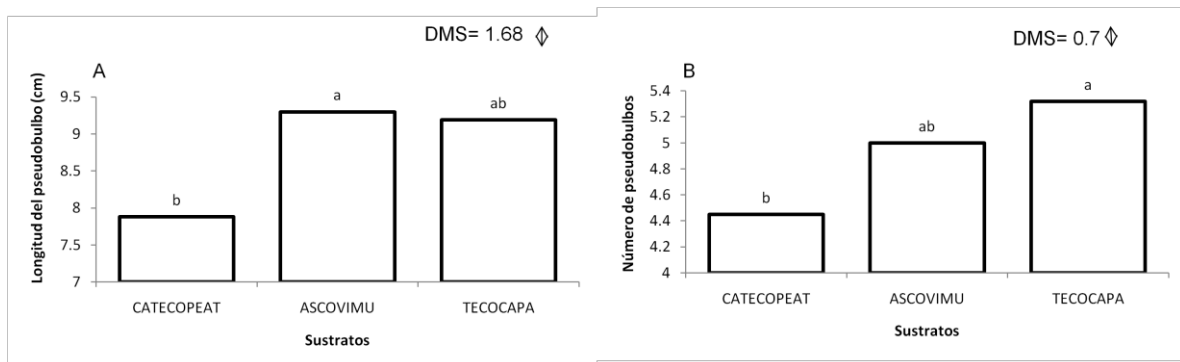


Figura 10. Desarrollo (A) y determinación de número de pseudobulbos (B) de *Laelia autumnalis* cultivada en los tipos de sustratos indicados. CATECOPEAT= carbón, tezontle, corteza, peat moss, vemiculita, 1:1:2:1/2:1/2. ASCOVIMU= aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1. TECOCAPA= tezontle, composta, carbón, paja de avena, 1:2:1:2. B. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS = Diferencia mínima significativa.

En el sustrato tecocapa se presentaron un promedio de 7.29 flores por planta, en comparación con catecopeat en el que sólo florecieron 4.50 flores en promedio por planta (Figura 11A). La diferencia que existe entre los sustratos tecocapa y catecopeat es que en el primero se sustituyó el peat moss por paja de avena y este cambio hace que la orquídea en estudio desarrolle mayor número de flores, lo que indica claramente que el peat moss no favorece la emisión de flores en *L. autumnalis*, además de ser un sustrato costoso como lo menciona Hanson (2003). La paja de avena es una buena opción como sustrato para la producción de orquídeas, ya que favorece el crecimiento de las plantas y es un recurso abundante en México y en ocasiones es un subproducto agrícola (Muratalla-Lúa *et al.*, 2006).

En ésta evaluación el mejor sustrato fue tecocapa, en el que el estípite se desarrolló en una longitud de 46.57 cm (Figura 11B) en comparación con los demás sustratos que no proporcionan las condiciones para que *L. autumnalis* desarrolle estípites largos. El empleo de desperdicios industriales como sustratos como los son las cortezas composteadas, son una buena opción, ya que no impactan en el medio ambiente; sin embargo es necesario realizar mezclas con otros componentes para que reúna las condiciones requeridas por las orquídeas (Zapata *et al.*, 2005); en la presente investigación, se determinó que la corteza composteada debe mezclarse con paja de avena para obtener mejores resultados.

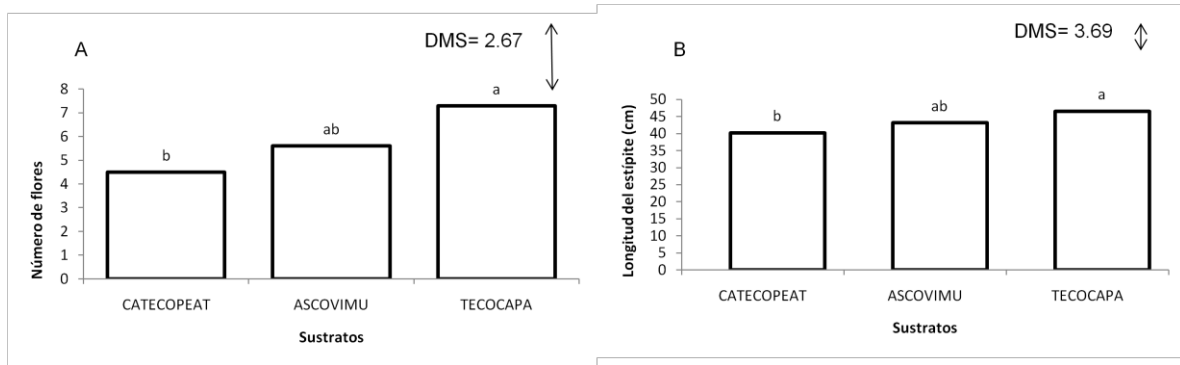


Figura 11. Número de flores (A) y longitud de estípite (B) de *Laelia autumnalis* cultivada en los tipos de sustratos indicados. CATECOPEAT= carbón, tezontle, corteza, peat moss, vemiculita, 1:1:2:1/2:1/2. ASCOVIMU= aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1. TECOCAPA= tezontle, composta, carbón, paja de avena, 1:2:1:2. B. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS = Diferencia mínima significativa.

Para el análisis del grosor del estípite, influyó el tipo de sustrato en el que se cultivó *L. autumnalis*, ya que en el sustrato catecopeat se presentaron flores con estípites delgados (0.26 cm), que pueden ocasionar la ruptura de la flor; ascovimu y tecocapa son mejores sustratos para desarrollar estípites gruesos, en *L. autumnalis*, se presentaron estípites de 0.35 cm de grosor (Figura 12A). La modificación de órganos vegetales como las partes florales de las orquídeas se deben a las diferencias que existen entre los diferentes sustratos y tal vez como lo indican Espinoza *et al.* (2000), puede deberse a las diferencias nutrimentales contenidas en ellos.

Al evaluar la longitud del pétalo de las flores, no se encontraron diferencias estadísticas significativas (Figura 12B), lo que puede deberse a que todas las plantas utilizadas son de origen genético diverso.

La propagación de orquídeas epífitas en macetas presenta diferencias sustanciales con respecto al cultivo de manera tradicional, es decir en ramas cortadas o árboles vivos.

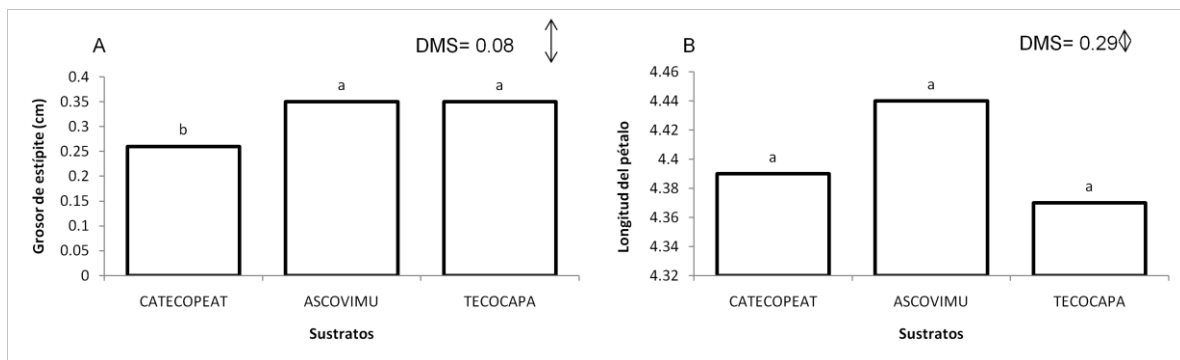


Figura 12. Grosor del estípites floral (A) y longitud del pétalo (B) de *Laelia autumnalis* cultivada en los tipos de sustratos indicados. CATECOPEAT= carbón, tezontle, corteza, peat moss, vemiculita, 1:1:2:1/2:1/2. ASCOVIMU= aserrín, composta, viruta, musgo, 1:1:1:1. TECOCAPA= tezontle, composta, carbón, paja de avena, 1:2:1:2. B. Barras con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, $P \leq 0.05$). DMS = Diferencia mínima significativa.

Al cultivar en contenedor las plantas son inducidas eficientemente al crecimiento ya que se proporcionan las cantidades de nutrientes y agua que son demandados, de

tal manera que con el uso de sustratos y medios nutritivos, se pueden desarrollar métodos de manejo eficaces para el cultivo de especies ornamentales (Abad, 1993), aunque también pueden ser más susceptibles al ataque de patógenos si las condiciones no son las adecuadas en el manejo, lo que puede ocasionar pudriciones.

V. CONCLUSIONES

-*L. autumnalis* tiene mayor crecimiento y sobrevivencia en mezclas a base de aserrín, composta, viruta y musgo.

-Los sustratos con menor porcentaje de retención de humedad, son los más adecuados para el cultivo de *L. autumnalis*.

- La floración de *L. autumnalis* se desarrolla mejor en sustratos formulados base de paja de avena.

- Para el desarrollo de pseudobulbos de *L. autumnalis* inicialmente es preferible el uso de sustratos que contengan musgo, sin embargo para inducir floración es preferible el uso de sustratos de paja de avena.

VI. LITERATURA CITADA

- ABAD, M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Cultivos sin Suelo. F. Canovas y J. R. Díaz (ed). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. Madrid, España. pp: 47-68.
- ARTEAGA, M. B.; SANTIAGO, I.; AMADOR. 2003. Efecto de la mezcla de sustratos y fertilización sobre el crecimiento de *Pinus durangensis* Martinez en vivero. Foresta veracruzana 5(2): 9-15.
- ESPINOZA, M. J. A.; GAYTÁN, A. E. A.; BECERRIL, R. A. E.; JAÉN, C. D. Y TREJO, L. C. 2000. Fertilización química y biológica de *Phalaenopsis* (Orchidaceae) en condiciones de invernadero. Terra-latinoamericana 18 (2): 125-131.
- GARCÍA, O. C.; ALCÁNTAR, G. G.; CABRERA, R. I.; GAVI, F. R.; VOLKE, V. H. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. Terra Latinoamericana 19(3): 249-258.
- HANSON, J. B. 2003. Counting on coir. Greenhouse Product News 13(9): 48-54.
- JIMENEZ, N. Tesis en Proceso. Soluciones nutritivas para la producción comercial de orquídeas *Catleya sp.*, *Phalenopsis sp.* y *Laelia sp.* Tesis de Doctorado en Ciencias. Colegio de Postgraduados. Texcoco, México.

- MURATALLA-LÚA, S.; RODRÍGUEZ-MENDOZA, M. N.; SÁNCHEZ-GARCÍA, P.; TIJERINA-CHÁVEZ, L.; SANTIZO-RINCÓN, J. A. Y LÓPEZ-JIMÉNEZ, A. 2006. Paja de maíz como sustrato en el crecimiento de plántulas de jitomate. *Terra Latinoamericana* 24(1): 319-325.
- NIETO, L. C. A. 2008. Aclimatización y desarrollo en vivero de *Dendrobium* Lorrie Mortiner cultivado en seis sustratos. Tesis de Ingeniero Agrónomo. Universidad Lisandro Alvarado. Cabudare, Venezuela. 53 p.
- NOGUERA, P.; ABAD, M.; PUCHADES, R.; MAQUIERA, A.; NOGUERA, V. 2003. Influence of particle size on physical and chemical properties of coconut coir dust as container médium. *Communications in Soil Science and Plant Analysis* 34(3 & 4): 593-605.
- OBERPAUR, C.; PUEBLA, V.; VACCAREZZA, F. AND AREVALO, E. 2010. Preliminary substrate mixtures including peat moss (*Sphagnum magellanicum*) for vegetable crop nurseries. *Cienc. Inv. Agr.* 37(1): 123-132.
- PASTOR, S. N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. *Terra Latinoamericana* 17(3): 231-235.
- RODRÍGUEZ, M. R.; ALCÁNTAR, G. E. G.; IÑIGUEZ, C. G.; ZAMORA, N. F.; GARCÍA, L. P. M.;RUÍZ, L. M. A. Y SALCEDO, P. E. 2010. Caracterización física y química de sustratos agrícolas a partir de bagazo de agave tequilero. Venezuela. *Interciencia* 35(7): 515-520.

SAHR. 2000. Secretaría de Agricultura y Recursos Hidráulicos. Compendio estadístico de la producción anual 1999-2000. Talleres de información agropecuaria, forestal y de fauna silvestre. México D.F. 1568 p.

SÁNCHEZ-CÓRDOVA, T.; ALDRETE, A.; CETINA-ALCALÁ, V. M.; Y LÓPEZ-UPTON, J. 2008. Caracterización de medios de crecimiento compuestos por corteza de pino y aserrín. México. Madera y Bosques 14(2): 41-49.

SAS INSTITUTE. (Statistical Analysis System). 1997. Paquete estadístico. Versión 6.03 Fiveth edition., volumen 1 and 2. SAS Institute Inc. Cary, N.C.

ZAPATA, N.; GUERRERO, F. Y POLO, A. 2005. Evaluación de la corteza de pino y residuos urbanos como componentes de sustratos de cultivo. Agric. Tec. 65(4): 387-387.

APÉNDICE

Cuadro 1. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable emergencia de raíz (d), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	10252.32	1281.54	13.72	0.0001
Error	42	3905.60	92.99		

Cuadro 2. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable emergencia de brotes (d), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	10397.81	1299.73	4.32	0.0009
Error	39	11722.50	300.58		

Cuadro 3. Análisis de varianza a los 30 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	7	84.45	12.07	3.95	0.0024
Error	39	119.03	3.05		

Cuadro 4. Análisis de varianza a los 60 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	7	183.33	26.19	3.93	0.0024
Error	40	266.67	6.67		

Cuadro 5. Análisis de varianza a los 90 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	814.17	101.77	20.34	0.0001
Error	44	220.13	5.00		

Cuadro 6. Análisis de varianza a los 120 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	1216.11	152.01	36.81	0.0001
Error	44	181.70	4.12		

Cuadro 7. Análisis de varianza a los 150 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	1687.93	210.99	51.18	0.0001
Error	45	185.50	4.12		

Cuadro 8. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de raíz (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	5327.00	665.88	92.96	0.0001
Error	45	322.33	7.16		

Cuadro 9. Análisis de varianza a los 60 días del establecimiento del experimento para la variable número de brotes, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	7.41	0.93	2.22	0.0466
Error	40	16.72	0.42		

Cuadro 10. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable número de brotes, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	10.82	1.35	2.02	0.0693
Error	40	26.85	0.67		

Cuadro 11. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable diámetro de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	6.26	0.78	4.17	0.0011
Error	39	7.32	0.19		

Cuadro 12. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	186.98	23.37	3.55	0.0035
Error	39	256.68	6.58		

Cuadro 13. Análisis de varianza para la variable frecuencia de briofitas, evaluada en diferentes forofitos.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	7	35.49	5.07	8.33	0.0001
Error	31	18.87	0.61		

Cuadro 14. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable días a emergencia de brotes, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	4	24.51.95	612.99	1.90	0.1293
Error	40	12903.03	322.58		

Cuadro 15. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable número de brotes, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	4	1.07	0.27	0.56	0.6895
Error	40	18.93	0.47		

Cuadro 16. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	4	390.24	97.56	15.15	0.0001
Error	40	257.58	6.44		

Cuadro 17. Análisis de varianza a los 180 días del establecimiento del experimento para la variable diámetro de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	4	12.30	3.07	4.10	0.0071
Error	40	29.98	0.75		

Cuadro 18. Análisis de varianza para la variable etapa fenológica, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	4	0.66	0.16	56.66	0.0001
Error	32	0.09	0.003		

Cuadro 19. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	11.21	5.60	3.49	0.0438
Error	29	46.54	1.60		

Cuadro 20. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de pseudobulbos evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	7.52	3.76	4.48	0.0157
Error	56	47.06	0.84		

Cuadro 21. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de flores, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	42.62	21.31	3.61	0.0399
Error	29	171.26	5.91		

Cuadro 22. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del estípite (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	211.35	105.67	9.39	0.0007
Error	29	326.53	11.26		

Cuadro 23. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable grosor del estípite (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes sustratos en maceta.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	0.04	0.02	3.88	0.0325
Error	28	0.16	0.01		

Cuadro 24. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del pétalo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	2	0.03	0.01	0.20	0.8231
Error	30	2.16	0.07		

Cuadro 25. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	27.00	3.38	4.70	0.0003
Error	45	32.33	0.72		

Cuadro 26. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable diámetro de pseudobulbo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	8.24	1.03	25.92	0.0001
Error	45	1.79	0.04		

Cuadro 27. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de pseudobulbos, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	86.15	10.77	13.91	0.0001
Error	45	34.83	0.77		

Cuadro 28. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable número de flores, evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	4.68	0.58	10.23	0.0001
Error	14	0.80	0.06		

Cuadro 29. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable duración de la flor (d), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	202.29	25.29	3.35	0.0210
Error	15	113.33	7.56		

Cuadro 30. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del estípite (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	268.03	33.50	7.18	0.0006
Error	15	69.97	4.66		

Cuadro 31. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable grosor del estípite (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	0.30	0.04	8.07	0.0003
Error	15	0.07	0.005		

Cuadro 32. Análisis de varianza a los 600 días del establecimiento del experimento para la variable longitud del pétalo (cm), evaluada en *Laelia autumnalis* colocadas en diferentes especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	8	0.21	0.02	5.58	0.0021
Error	15	0.07	0.005		

Cuadro 33. Análisis de varianza para la variable microambiental temperatura °C, en el segundo ciclo de evaluación en *Laelia autumnalis* en diferentes tipos de especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	9630.63	1926.13	63.08	0.0001
Error	5755	175713.10	30.53		

Cuadro 34. Análisis de varianza para la variable microambiental humedad relativa (%), en el segundo ciclo de evaluación en *Laelia autumnalis* en diferentes tipos de especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	54482.78	10896.56	27.77	0.0001
Error	5755	2258371.05	392.42		

Cuadro 35. Análisis de varianza para la variable microambiental intensidad lumínica (%), en el segundo ciclo de evaluación en *Laelia autumnalis* en diferentes tipos de especies sostén.

Fuente de Variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	F-Valor	Pr>F
Tratamiento	5	140318.09	28063.62	10.76	0.0001
Error	5755	15009301.81	2608.05		

BIBLIOGRAFÍA COMPLEMENTARIA

- ABAD, M. 1993. Sustratos. Características y Propiedades. Cultivos sin Suelo. F. Canovas y J. R. Díaz (ed). Instituto de Estudios Almerienses. FIAPA. Madrid, España. pp: 47-68.
- FLORES-ESCOBAR, G.; LEGARIA-SOLANO, J. P.; GIL-VASQUEZ, I.; COLINAS-LEÓN, M. T. 2008. Propagación *in vitro* de *Oncidium stramineum* Lindl. Una orquídea amenazada y endémica de México. Revista Chapingo 14 (3): 347-353.
- GARCÍA, O. C.; ALCÁNTAR, G. G.; CABRERA, R. I.; GAVI, F. R.; VOLKE, V. H. 2001. Evaluación de sustratos para la producción de *Epipremnum aureum* y *Spathiphyllum wallisii* cultivadas en maceta. Terra Latinoamericana 19(3): 249-258.
- GRANADOS-SÁNCHEZ, D.; LÓPEZ-RÍOS, G. F.; HERNÁNDEZ-GARCÍA, M. A.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, A. 2003. Ecología de las plantas epífitas. Revista Chapingo Serie Ciencias Forestales y del Ambiente 9(2): 101-111.
- MEDINA, C.; GUEVARA-FEFER, F.; MARTÍNEZ, M. A.; SILVA-SAÉNZ, P.; CHÁVEZ-CARVAJAL, M. A.; GARCÍA, I. 2000. Estudio florístico de la comunidad indígena de Nuevo San Juan Parangaricutiro, Michoacán, México. Acta Botánica Mexicana 52: 5-42.
- PASTOR, S. N. 1999. Utilización de sustratos en viveros. Terra Latinoamericana 17(3): 231-235.

SWARTS, N. 2007. Integrated conservation of the rare and endangered terrestrial orchid
Caladenia huegelii. Thesis of The University of the Western Australia. pp: 93-115.