

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

MANEJO AGRONÓMICO DE *Phalaenopsis* sp. EN MACETA, BAJO
INVERNADERO, EN FINCA SAN PATRICIO, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

MARÍA ALEJANDRA PERALTA MENDOZA
CARNET 20794-04

ESCUINTLA, FEBRERO DE 2016
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES

MANEJO AGRONÓMICO DE *Phalaenopsis* sp. EN MACETA, BAJO
INVERNADERO, EN FINCA SAN PATRICIO, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA
SISTEMATIZACIÓN DE PRÁCTICA PROFESIONAL

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR
MARÍA ALEJANDRA PERALTA MENDOZA

PREVIO A CONFERÍRSELE
EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES EN EL GRADO
ACADÉMICO DE LICENCIADA

ESCUINTLA, FEBRERO DE 2016
SEDE REGIONAL DE ESCUINTLA

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR: P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA: DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN: ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA: P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO: LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL: LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO: DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA: LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA: ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA: MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

ING. LUIS GERARDO MOLINA MONTERROSO

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. ADÁN OBISPO RODAS CIFUENTES
MGTR. HÉCTOR ALFREDO SAGASTUME MENA
ING. RÓMULO LEC JACINTO

Escuintla, 15 de febrero de 2016

Consejo de Facultad
Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación de la estudiante Maria Alejandra Peralta Mendoza, carné 20794-04, titulada: "MANEJO AGRONÓMICO DE *Phalaenopsis* sp. EN MACETA, BAJO INVERNADERO, EN FINCA SAN PATRICO, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA".

Lo cual considero cumple con los requisitos establecidos por la facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Luis Gerardo Molina Monterroso
Colegiado: 1465
Código: URL 10869



**Universidad
Rafael Landívar**
Tradición Jesuita en Guatemala

**FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
No. 06415-2015**

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Sistematización de Práctica Profesional de la estudiante MARÍA ALEJANDRA PERALTA MENDOZA, Carnet 20794-04 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES, de la Sede de Escuintla, que consta en el Acta No. 06166-2015 de fecha 14 de noviembre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

**MANEJO AGRONÓMICO DE *Phalaenopsis* sp. EN MACETA, BAJO
INVERNADERO, EN FINCA SAN PATRICIO, LA DEMOCRACIA, ESCUINTLA**

Previo a conferírsele el título de INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN CULTIVOS TROPICALES en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 12 días del mes de febrero del año 2016.



**ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar**



DEDICATORIA

- DIOS:** A pesar de mis errores siempre me has llevado de la mano, gracias Señor.
- PAPÁ:** Por que siempre quiso lo mejor para mí, por todos sus cuidados y amor, Mi Eterno Ángel Guardián.
- MAMÁ:** Por tu paciencia, ejemplo, dedicación, amor a mí y ahora a mis hijos, por siempre estar a mi lado gracias mami.
- MAMÁ ELSA:** Por sus consejos, regaños, enseñarme a cocinar, por su paciencia y amor gracias.
- ESPOSO:** Gracias por apoyarme siempre por tu dulzura, paciencia y amarme tal como soy.
- HIJOS:** Mateo y Mariacarla son lo que más amo en este mundo ustedes son el motivo para tratar de ser una mejor persona cada día.
- FAMILIA:** Gracias tías, tíos y primos por su cariño y apoyo.
- AMIGOS:** Con los que he compartido risas, lágrimas y han hecho con su compañía mejor cada momento de mi vida.

ÍNDICE

	Contenido	Página
	RESUMEN	i
	SUMMARY	ii
I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	ANTECEDENTES	2
2.1	REVISIÓN DE LITERATURA	2
2.1.1	Etimología e historia de las orquídeas	2
2.1.2	Familia <i>Orchidaceae</i>	3
2.1.3	Raíz	5
2.1.4	Hojas	5
2.1.5	Flor	6
2.1.6	Inflorescencia de las orquídeas	8
2.1.7	Fruto y semilla de las orquídeas	8
2.1.8	Biología de la polinización en orquídeas	9
2.1.9	Biología de la germinación de orquídeas	11
2.1.10	Multiplicación de las orquídeas	12
2.1.11	Propagación a gran escala de las orquídeas	13
2.1.12	Sustrato	14
2.1.13	Importancia económica de las orquídeas	17
2.1.14	Género <i>Phalaenopsis</i>	18
2.1.15	<i>Phalaenopsis</i> en maceta	18
2.1.16	Enfermedades	19
2.2	LOCALIZACIÓN	20
2.2.1	Condiciones climáticas	21
2.2.2	Características edafológicas	21
2.3	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA	21
III	JUSTIFICACIÓN	23
IV	VARIABLES DE ESTUDIO	24
V	OBJETIVOS	25
5.1	GENERAL	25
5.2	ESPECÍFICOS	25
VI	PLANE TRABAJO	26
	DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO	26

6.1	Biofábrica	26
6.1.1	PROGRAMA DESARROLLADO	26
6.2	CRONOGRAMA	27
6.3	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
VII	TRASLADO A INVERNADERO	28
7.1	MACETAS	29
7.2	SUSTRATO	30
7.3	Corteza de pino	30
7.3.1	Piedra	30
7.3.2	Carbón vegetal	31
7.3.3	Corteza de coco	31
7.3.4	Polietileno	31
7.3.5	TRATAMIENTO AL SUSTRATO	31
7.4	Tratamiento térmico	32
7.4.1	Tratamiento químico	32
7.4.2	TRASPLANTE	33
7.5	MONITOREO	34
7.6	Riego	34
7.6.1	Temperatura	35
7.6.2	FERTILIZACIÓN	36
7.7	ENFERMEDADES	37
7.8	Enfermedades bacterianas	37
7.8.1	Hongos	38
7.8.2	Virus	38
7.8.3	MULTIPLICACIÓN DE <i>PHALAENOPSIS</i>	39
7.9	Reproducción sexual	39
7.9.1	Reproducción asexual	41
7.9.2	CONCLUSIONES	42
VIII	RECOMENDACIONES	43
IX	BIBLIOGRAFÍA	44

ÍNDICE DE FIGURAS

Contenido	Página
Figura 1. Flor de <i>Coryanthes leucocorys</i>	9
Figura 2. <i>Phalaenopsis</i> al salir de la biofábrica	28
Figura 3. Macetas transparentes favorecen la fotosíntesis en <i>Phalaenopsis</i>	29
Figura 4. Tratamiento químico de la corteza de pino	32
Figura 5. Personal utilizando guantes para disminuir riesgos de contaminación	33
Figura 6. Riego por aspersión de forma manual	35
Figura 7. Infección bacteriana en las hojas	37
Figura 8. Planta afectada por blackrot en el fuste	38
Figura 9. Planta afectada por virus de mosaico	39
Figura 10. Extracción de polinios para realizar la polinización	40
Figura 11. Colocación de los dos polinios en el estigma	44
Figura 12. Keikis oacodo floral	41

MANEJO AGRONÓMICO DE *Phalaenopsis* sp., (ORQUIDACEAE) EN MACETA, BAJO INVERNADERO, EN FINCA SAN PATRICIO.

RESUMEN

Se utilizó la modalidad de Sistematización de Práctica Profesional como mecanismo de aprendizaje en el proceso productivo de la orquídea *Phalaenopsis*. La empresa Ingenio Magdalena, S.A., además de producir azúcar, también ha experimentado en la producción de orquídeas, enfocándose en el mercado local, aunque aún no se produce con fines comerciales. *Phalaenopsis* es un género Asiático que se cultiva en distintas partes del mundo debido a sus flores vistosas y de larga duración. La práctica se dividió en 3 etapas, etapa 1 proceso de trasplante: se le dio seguimiento a las plantas del laboratorio al invernadero, así como la elección del sustrato. Etapa 2 monitoreo de humedad se realizó a diario el monitoreo de humedad y temperatura para programar riegos y evitar patologías. Etapa 3 propagación sexual y asexual: La propagación utilizada fue la sexual *in vitro* pues se pueden obtener un gran número de plantas. Las variables de estudio fueron: el momento idóneo del trasplante, los parámetros de humedad y temperatura y la eficiencia de los métodos de propagación. Se concluyó que las plantas de *Phalaenopsis* deben presentar de dos a tres hojas grandes (0.10 a 0.14 m), para ser trasladadas al invernadero y ser trasplantadas a macetas. Se observaron buenos resultados al utilizar un sustrato elaborado con una base de corteza de pino, en una proporción del 70% y un complemento de musgo *Sphagnum* 30%. El momento ideal para aplicar riego en *Phalaenopsis* es cuando la humedad baja a un 50%. Las enfermedades que se observaron con mayor frecuencia son las de tipo bacteriano. La reproducción sexual es la más utilizada.

AGRONOMIC MANAGEMENT OF *Phalaenopsis* sp., (ORQUIDACEAE) IN A FLOWER POT, UNDER GREENHOUSE CONDITIONS, IN SAN PATRICIO FARM

SUMMARY

A Professional Systematization Practice was used as a learning mechanism in the productive process of the *Phalaenopsis* orchid. Magdalena, S.A. mill, in addition to producing sugar, has also produced orchids, focusing on the local market, even though it is still not produced for commercial purposes. *Phalaenopsis* is an Asian genre that is produced in different parts of the world because of its attractive flowers and long life. The practice was divided into three phases; phase 1, transplant process: follow-up to plants transplanted to the greenhouse, as well as the substratum selection. Phase 2 consisted of monitoring the humidity on a daily basis, as well as the temperature to schedule irrigations and avoid pathologies. Phase 3, sexual and asexual dissemination: the *in vitro* sexual dissemination was used to obtain a high number of plants. The studied variables were: appropriate transplant period, humidity parameters, and temperature, as well as the efficiency of the dissemination methods. It was concluded that the *Phalaenopsis* plants should have from two to three big leaves (0.10 to 0.14 m) in order to be transplanted to the greenhouse, and to subsequently transplant them to flower pots. Good results were observed when using the substratum made of pine bark, at 70% proportion and 30% of a *Sphagnum* moss supplement. The ideal time to carry out irrigations in *Phalaenopsis* is when the humidity is reduced by 50%. Bacterial diseases were more frequently observed, and the sexual reproduction is the one mainly used.

I. INTRODUCCIÓN

El cultivo de orquídeas es una actividad a nivel mundial tan grande, que en la actualidad se cuenta con casi todos los colores de orquídeas, en todos sus géneros: azules, violetas, amarillas, rojas, blancas, amarillas con labios rojos y rosas, por mencionar solo algunos.

En Guatemala, en el año 1973 fue fundada la Asociación Guatemalteca de Orquideología, esta Asociación realiza exposiciones anuales con el fin de exponer las orquídeas como un patrimonio nacional, con su representante principal *Lycaste skinneri*, variedad alba, conocida como Monja Blanca, Flor Nacional de Guatemala; sin desestimar muchas otras, como la *Vanilla planifolia*, de la cual se extrae la esencia de la vainilla.

El género *Phalaenopsis* es de los más populares entre las orquídeas, sus necesidades básicas, se pueden mencionar, la elección del sustrato, el momento justo para el trasplante, el riego, fertilización y los monitoreos frecuentes para que la planta se desarrolle en las condiciones óptimas.

La empresa Ingenio Magdalena, S.A., además de producir azúcar, también ha experimentado la producción de orquídeas, enfocándose en el mercado local, pero siguiendo los mismos requerimientos de exportación, emitidos por las diferentes entidades protectoras y certificadoras en Guatemala, aunque aún no se produce con fines comerciales. En la finca San Patricio se encuentra instalada la biofábrica, la cual inició en 1996 como laboratorio de meristemas para la producción de semilla de caña, actualmente en él se produce 80% de caña de azúcar y el 20% de otros vegetales y ornamentales entre ellos la *Phalaenopsis*

El siguiente informe resume los conocimientos adquiridos en la Práctica Profesional de la carrera de Licenciatura en Ciencias Ambientales y Agrícolas, realizada en La Finca San Patricio, del Ingenio Magdalena, en el área de Invernaderos de *Phalaenopsis* de Biomag. La práctica inició el día dos de julio 2012 y terminó el veinte de octubre del mismo año, para un total de 16 semanas.

II. ANTECEDENTES

2.1. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1.1. Etimología e historia de las orquídeas

La palabra orquídea deriva del griego *ορχίς* (*orchis* = testículo), vocablo que se encontró por primera vez en los manuscritos de la obra *De causis plantarum*, del filósofo griego Teofrasto y que datan aproximadamente del año 375 antes de Cristo. Tal vocablo hace referencia a la forma de los tubérculos de las especies del género *Orchis*, orquídeas de hábito terrestre cuyos tubérculos dobles parecen testículos (Solano, 1981).

Fueron conocidas y apreciadas por los seres humanos desde la antigüedad. Existen escritos chinos de 1,500 años de antigüedad donde se hace referencia al cultivo de las orquídeas. En la antigua Grecia se le atribuían propiedades curativas y afrodisíacas. Los aztecas utilizaban una orquídea; la vainilla, para enriquecer una bebida espesa hecha a base de cacao, destinada a los nobles y a los guerreros y era conocida con el nombre de *xocoatl* (Solano, 1981).

En Europa el interés por ellas se despertó hacia 1731, cuando floreció la primera orquídea tropical del Nuevo Mundo *Bletia verecunda*, en la colección del almirante inglés Charles Wager, quien la obtuvo del Jardín botánico de Chelsea. Desde ese momento se suscitó un interés sin igual por la adquisición y cultivo de orquídeas exóticas, en particular por los miembros de las clases sociales más acomodadas, quienes debían construir un orquideario como una obligación acorde con su estatus. Cuando una orquídea florecía en tales colecciones, el evento daba lugar a grandes fiestas y la noticia cubría las primeras planas de la prensa. Para satisfacer este consumo de orquídeas raras y exóticas, durante muchos años los recolectores profesionales provenientes en su mayoría de Francia e Inglaterra se dedicaron a saquear sin misericordia los bosques americanos, poniendo a muchas especies en peligro de extinción. A principios del siglo XX, no obstante, la era de la denominada orquideomanía llegaba a su fin. El costo para calefaccionar los invernaderos en los que se debían cultivar estas plantas era extremadamente alto y la carestía energética agudizada por

la primera guerra mundial dificultó el mantenimiento de los orquidearios privados. Con la depresión de 1929 el cultivo de orquídeas a gran escala definitivamente pasó a manos de empresarios comerciales (Freuler, 2008).

Las orquídeas fueron para los mayas un elemento ornamental y especie sagrada, ya que orquídeas como la *Vanilla* spp fueron y siguen siendo utilizadas en la elaboración de bebidas para rituales religiosos. Algunas especies las usaron los sacerdotes debido al alto contenido de alcaloides, lo cual les ayudaba a entrar en trance durante rituales especiales. Durante la colonia, los indígenas convertidos al catolicismo ofrecían ramos de orquídeas *Candelaria* y *Aurantiaca* a las imágenes cristianas (Méndez, 2012).

2.1.2 Familia Orchidaceae

Las orquídeas u orquidáceas, nombre científico *Orchidaceae* son una familia de plantas monocotiledóneas que se distinguen por la complejidad de sus flores y por sus interacciones ecológicas con los agentes polinizadores y con los hongos con los que forman micorrizas (Font, 1982).

La familia comprende aproximadamente 25,000 especies, aunque algunas fuentes informan de 30,000 especies, y quizá otros 60,000 híbridos y variedades producidas por los horticultores, por lo que resulta ser una de las familias con mayor riqueza de especies entre las angiospermas. Pueden ser reconocidas por sus flores de simetría fuertemente bilateral, en las que la pieza media del verticilo interno de pétalos, llamada labelo, está profundamente modificada, y el o los estambres están fusionados al estilo, al menos en la base (Font, 1982).

Las orquídeas constituyen un grupo extremadamente diverso de plantas, que pueden tener desde unos pocos milímetros de longitud en ciertas especies de los géneros *Bulbophyllum* y *Platystele*, hasta constituir gigantescas agregaciones de varios cientos de kilogramos de peso en algunas especies de *Grammatophyllum* o presentar longitudes de hasta 13.4 m como es el caso de *Sobralia altissima*, una orquídea recién descrita en 1999 en el Perú. Del mismo modo, las flores de las orquídeas varían en tamaño desde menos de 1 mm y difícilmente visibles a simple vista, *Platystele*, pasando por las grandes flores de 15 a 20 cm de diámetro

en muchas especies de los géneros *Paphiopedilum*, *Phragmipedium* y *Cattleya*, hasta los 76 cm de las flores de *Phragmipedium caudatum*. La fragancia de sus flores no es menos variable, desde el delicado aroma de *Cattleya* hasta el repulsivo hedor de las flores de ciertas especies de *Bulbophyllum*(Dodson, 1966).

Se encuentran en la mayor parte del mundo, si bien son especialmente abundantes en los trópicos. No obstante, su capacidad de adaptación les ha permitido conquistar un sinnúmero de nichos ecológicos, desde los más secos y calientes del planeta hasta los más húmedos y fríos, ya que literalmente se distribuyen desde las regiones polares hasta el Ecuador(Dodson, 1966).

Las orquídeas son plantas herbáceas, perennes, raramente anuales, terrestres o epífitas, ocasionalmente trepadoras, algunas veces saprófitas o, raramente, micoheterotróficas. Con respecto a las orquídeas epífitas, se dice que pueden llegar a ser eternas. En la naturaleza, su supervivencia está ligada a la vida del árbol que las sostiene. Se conocen plantas recolectadas a mediados del siglo XIX que todavía están creciendo y floreciendo en muchas colecciones. Los tallos son rizomas o cormos en las especies terrestres. En las especies epífitas, en cambio, los tallos se hallan engrosadas en la base formando pseudobulbos que sirven para almacenar agua y nutrientes y que, por lo general, están recubiertos por las vainas foliares membranosas que se secan con la edad (Simpson, 2005).

Existen dos tipos básicos de crecimiento dentro de la familia: el tipo simpodial, que origina tallos múltiples, y el tipo monopodial, que origina un solo tallo. El tipo simpodial de crecimiento es el más común dentro de la familia. La mayoría de estas orquídeas presentan pseudobulbos que funcionan como reservorios de agua y nutrientes. La planta sostiene los pseudobulbos casi verticalmente y el crecimiento y desarrollo posterior de nuevos tallos se produce horizontalmente entre los pseudobulbos preexistentes. Cada nuevo pseudobulbo se origina en la base de los anteriores y, con su crecimiento, origina nuevas hojas y raíces. Las hojas originadas en cada pseudobulbo pueden durar muchos años, proveyendo nutrientes para toda la planta, hasta que se tornan marrones y mueren. Aún sin hojas, cada pseudobulbo continúa sosteniendo el crecimiento y suministrando la energía necesaria para el crecimiento del resto de la planta y para la floración. Algunos ejemplos de orquídeas con

este tipo de crecimiento son los géneros *Cattleya*, *Dendrobium* y *Oncidium*. Las orquídeas con crecimiento monopodial, a diferencia de las anteriores, presentan un solo tallo principal que crece erecto e indefinidamente desde el centro de la planta. Normalmente, el tallo va creciendo hacia arriba y se originan raíces en los nudos, las cuales crecen hacia abajo. La planta, conforme va creciendo, pierde las hojas inferiores a medida que se forman nuevas hojas en el extremo superior. Algunas especies de orquídeas con este tipo de crecimiento son aquellas pertenecientes a los géneros *Ascocentrum*, *Phalaenopsis* y *Vanda*(Maldonado, 1984).

2.1.3. Raíz

Las orquídeas terrestres a veces presentan raíces tuberosas. En las orquídeas epífitas, en cambio, las raíces son adventicias y están muy desarrolladas, cuelgan de los árboles y son verdes y gruesas. Las raíces de las epífitas tienen una doble función: son las estructuras que se encargan de captar los nutrientes que la planta necesita y funcionan, además, como elementos de fijación. Las raíces en este tipo de orquídeas típicamente poseen una epidermis esponjosa, formado por muchas capas de células muertas a la madurez y con paredes celulares engrosadas, llamada velamen. El velamen constituye una vaina esponjosa y blanquecina que rodea por completo a la raíz. Si el tiempo está seco, sus células están llenas de aire; pero cuando llueve se llenan de agua. Según algunos autores el velamen es un tejido que absorbe agua, según otros nunca se ha observado el paso de agua del velamen al córtex de la raíz. Su función principal parece ser la de protección mecánica, además de impedir la excesiva pérdida de agua de la raíz en períodos de deficiencia hídrica. Además, cuando el velamen se llena de agua se vuelve transparente permitiendo a la luz alcanzar el tejido verde de las raíces y, por ende, facilita la fotosíntesis (Freuler, 2008).

2.1.4. Hojas

Del rizoma o de los tallos aéreos nacen las hojas, las cuales son simples y de margen entero, generalmente alternas, espiraladas, dísticas o verticiladas, muchas veces plicadas, basales o a lo largo del tallo, a veces reducidas a vainas o a escamas, usualmente con venación paralela y envainadoras en la base. Pueden presentar pecíolo o ser sésiles y no presentan

estípulas. Las especies adaptadas a períodos de sequía tienen hojas carnosas que cumplen la función de reserva de agua en épocas de escasez(Freuler, 2008).

2.1.5. Flor

Ninguna familia de plantas tiene una gama de flores tan variada. Las flores están altamente especializadas en relación a sus polinizadores. Son bien conocidas las variaciones estructurales que facilitan la polinización por una determinada especie de insecto, pájaro o murciélago (Font, 1982).

Las flores pueden surgir, dependiendo del género y la especie, de la base de la hoja, del rizoma o de algún entrenudo del pseudobulbo. Son hermafroditas raramente unisexuales, en general zigomorfas de simetría bilateral, usualmente resupinadas,es decir, las partes florales giran 180° durante el desarrollo, muchas veces conspicuas y epíginas,es decir, las piezas del perianto se disponen por encima del ovario(Freuler, 2008).

En la gran mayoría de los géneros, las flores están formadas por tres piezas externas llamadas sépalos, dos laterales y uno dorsal, y tres elementos internos llamados pétalos, el inferior modificado en un labio o labelo de tamaño mayor y color más intenso que los demás. Algunos autores interpretan al perianto de las orquídeas como un perigonio, formado por seis tépalos dispuestos en dos verticilos. Las diferentes piezas del perianto pueden estar separadas entre sí o fusionadas en la base (Freuler, 2008).

Los sépalos o tépalos externos, son usualmente petaloideos similares a pétalos, imbricados. A veces los dos sépalos laterales se encuentran fusionados en un solo elemento llamado sinsépalo. Los pétalos o tépalos internos, están siempre separados, a veces presentan puntos, manchas y colores muy variados. El llamado labelo es el pétalo medio, es de tamaño mayor que los dos pétalos laterales y su forma es extremadamente variable. Es la pieza más compleja y, en cierto modo, un órgano característico de las orquídeas. Puede ser lobulado, y entonces se dice que existe un lóbulo central y dos laterales (*Orchis*, *Dactylorhiza*). En otras oportunidades, como en *Epipactis*, se diferencian transversalmente dos partes que se denominan hipoquil la basal y epiquil la distal. Puede tener áreas brillantes, crestas, quillas u otras protuberancias que se suelen denominar como callo o callus. También es frecuente que

desarrolle un espolón dirigido hacia atrás o hacia abajo en donde se aloja un nectario. Este espolón puede ser largo y fino *Gymnadenia*, *Orchis*, o como un saco redondeado *Coeloglossum viride*. También hay especies en que el espolón no tiene néctar o puede haber nectarios no incluidos en el espolón (Strassgurger, 1994).

El androceo está usualmente formado por uno o dos estambres a veces tres, si es uno solo deriva del estambre medio del verticilo externo ancestral y usualmente con dos estaminodios vestigiales derivados de los estambres laterales de un verticilo interno ancestral. En algunas subfamilias, como en Apostasioideae o Cyripedioideae, hay dos o tres estambres fértiles. Cuando son dos, han derivado de los dos estambres laterales del verticilo interno ancestral, y cuando son tres, se han originado de los dos laterales del verticilo interno y del estambre medio del verticilo externo. El androceo se halla fusionado al estilo y al estigma, los cuales se hallan altamente modificados, formando una estructura conocida como columna, ginostemo o ginostegio. Las tecas de las anteras se disponen en la porción del ginostemo denominada clinandro o androclino. El polen es granular, en tétradas o aglutinado en grupos de dos a ocho masas suaves o duras llamadas polinias. Estas polinias presentan un apéndice filiforme llamado caudícula que se une con una masa pegajosa retináculo o viscidium sobre el rostelo, estructura derivada del estigma con forma de lóbulo alargado y que se sitúa sobre la porción receptiva del estigma. El conjunto de polinios, caudículas y retináculos se denomina polinario, el cual es la unidad de transporte del polen durante la polinización. Las anteras son de dehiscencia longitudinal y su conectivo muchas veces se haya modificado en un opérculo que cubre la antera hasta la polinización (Dodson, 1966).

El gineceo está formado por tres carpelos fusionados entre sí, con el ovario ínfero, que puede presentar un lóculo o tres, y numerosos óvulos hasta millones de placentación usualmente parietal, pero ocasionalmente de placentación axilar (Freuler, 2008).

Las orquídeas son, en general, productoras de néctar, sustancia que utilizan como recompensa a los polinizadores. Los nectarios son variables en posición y tipo. Por ejemplo, se encuentran en el espolón del labelo, o en los ápices de los sépalos, o en las paredes internas del gineceo. Las especies que no producen néctar son autógamas o apomícticas, es decir, no necesitan de polinizadores para producir semillas (Freuler, 2008).

2.1.6. Inflorescencia de las orquídeas

Las orquídeas llevan sus flores de diversos modos. Aún dentro del mismo género, las diferentes especies pueden tener distintos modos de disponer las flores en inflorescencias, las cuales son indeterminadas y, a veces, reducidas a una única flor, terminal o axilar. La mayoría de las orquídeas llevan dos o más flores, las que usualmente nacen de un eje floral más o menos alargado que comprende un tallo denominado *pedúnculo* y una porción que lleva las flores, llamada *raquis*. En la mayoría de las especies, las flores se disponen en un racimo erecto y alargado, con las flores arregladas en una espiral laxa alrededor del raquis, por ejemplo, en *Cymbidium*. En esos racimos las flores individuales se enlazan con el eje floral a través de un corto tallito llamado pedicelo. Puede ser que las flores se articulen con el raquis directamente, sin pedicelo, y en ese caso la inflorescencia se denomina espiga, como puede observarse en los géneros *Peristylus* y *Neuwiedia*. Un grupo de orquídeas pertenecientes al género *Bulbophyllum*, bastante espectacular por su floración, presentan el raquis tan contraído que todas las flores parecen salir del mismo punto, como una umbela. Algunas otras orquídeas *Oncidium*, *Renanthera*, finalmente, presentan inflorescencias ramificadas que se denominan panículas (Freuler, 2008).

2.1.7. Fruto y semilla de las orquídeas

El fruto es una cápsula loculícida, que se abre a través de tres o seis ranuras longitudinales y a veces una sola; en raras ocasiones el fruto de las orquídeas es una baya (Freuler, 2008).

Las semillas son diminutas y numerosas. El tegumento es crustoso o membranoso, sin fitomelaninas, con sólo la capa externa persistente y los tejidos internos colapsados. Las semillas son muchas veces membranosas y aladas, lo que les permite ser dispersadas por el viento. El embrión es muy pequeño y no se halla acompañado por endosperma, ya que este tejido aborta muy temprano en el desarrollo embrionario (Freuler, 2008).

2.1.8. Biología de la polinización en orquídeas

Las formas, colores y fragancias de las orquídeas son el resultado de su coevolución con los animales polinizadores. En la figura 1 se observa una flor de *Coryanthes leucocorys*, especie que ha desarrollado uno de los mecanismos más complejos de polinización, por medio de una bolsa llena de líquido (Campbell, 2007).



Figura 1. Flor de *Coryanthes leucocorys*

Por lo general las orquídeas florecen una sola vez al año, siempre por la misma época, la cual está determinada por factores ambientales tales como la disminución o elevación de la temperatura, el incremento de las horas de luz, los cambios de estación y las variaciones en la humedad ambiental. Las flores pueden permanecer abiertas desde un día (el caso de *Sobralia*) hasta más de tres meses (como en *Paphiopedilum* y *Phalaenopsis*). Los híbridos artificiales pueden florecer dos o más veces al año (Campbell, 2007).

El 97% de las especies de orquídeas necesitan de un polinizador para que se lleve a cabo la transferencia de los granos de polen de una planta a los pistilos de otro individuo y, por ende, para que se produzca la fecundación y la formación de las semillas. Se debe tener en cuenta que el polen de las orquídeas se halla agrupado en masas compactas llamadas polinias(singular polinario), de tal modo que por sí solo, o por acción del viento, el polen no se puede dispersar de una flor a otra por lo que los polinizadores son imprescindibles para asegurar su reproducción sexual. Estos polinizadores son muy variados y, según cuál sea la especie, pueden ser moscas, mosquitos, abejas, avispas, coleópteros y aves, especialmente colibríes (Campbell, 2007).

La zoofilia que caracteriza a las orquídeas presupone que los animales polinizadores visiten las flores de manera regular y se detengan en ellas el tiempo suficiente; que las anteras y el estigma sean rozados o tocados con cierta frecuencia y que el primero quede adherido a los visitantes de modo tan perfecto que pueda llegar con la debida seguridad a los estigmas de otras flores. El resultado de la zoofilia depende esencialmente de que los animales puedan reconocer las flores desde una cierta distancia y de que se vean comprometidos a visitar durante un cierto tiempo las flores de la misma especie. Las flores zoófilas, entonces, deben poseer *productos atractivos*(cebos), como el polen y el néctar;medios de reclamo tales como olores y colores, además, *polen viscoso o adherente* (Campbell, 2007).

Muchas especies de orquídeas recompensan a los polinizadores con alimento como por ejemplo, néctar, pelos alimenticios o aceites y otros compuestos, tales como ceras, resinas y fragancias. Estas recompensas, a su vez, refuerzan la conducta de los polinizadores. No obstante, la especialización en un solo tipo de polinizador para asegurar una transferencia más eficiente de polen, determinó una creciente especialización morfológica y estructural en las flores de las orquídeas para garantizar la atracción de una sola especie de insecto. Por esa razón, las flores de las orquídeas son de formas extremadamente variadas y pueden atraer a una amplia variedad de insectos,abejas, avispas, moscas, mariposas, así como a pájaros, murciélagos o sapos para la polinización, otras en cambio, están bastante especializadas, atrayendo sólo a una o unas pocas especies como polinizadores. Polen, néctar, o fragancias florales pueden ser empleadas como recompensadores de la polinización, mientras que algunas flores por ejemplo *Cypripedium* manipulan a sus

polinizadores y no proveen ninguna recompensa, y algunas especies de *Ophrys* y *Cryptostylis* mimetizan la forma y el olor de las hembras de abejas, avispas, o moscas, y son polinizadas cuando los machos tratan de aparearse con la flor. Este fenómeno es llamado pseudocopulación (Campbell, 2007).

Generalmente el labelo funciona como una plataforma de aterrizaje y provee señales visuales o táctiles que orientan al polinizador. La polinia se adjunta al cuerpo del polinizador, y muchas veces es depositada en el estigma (usualmente una depresión en la parte de abajo de la columna) de la siguiente flor visitada. El género *Coryanthes* tiene un labelo como un bolsillo que se llena con un fluido secretado por la columna. Una abeja que cae en este fluido debe viajar a través de un túnel, forzando la deposición del polinario en su cuerpo. La transferencia de polen dentro de la polinia es una aparente adaptación para asegurar la fertilización de muchos del tremendo número de óvulos. En algunas especies la polinización es un evento poco común, y las flores pueden permanecer funcionales y vistosas por muchos días. El marchitamiento del perianto ocurre rápidamente sólo después de la fertilización. *Angraecum sesquipedale*, una orquídea de Madagascar, también es conocida por su biología de la polinización. Esta especie presenta un espolón de 0.20 a 0.35 m de largo, y es polinizada por una mariposa esfíngida, *Xanthopan morganii praedicta* con una probóscide de esa longitud, un hecho que Charles Darwin había predicho antes del descubrimiento de tal polinizador (Campbell, 2007).

2.1.9. Biología de la germinación de orquídeas

En la mayoría de las especies las pequeñas semillas, que son como polvo, son dispersadas por el viento y requieren nutrientes provistos por un hongo micorrícico para poder germinar. Algunos miembros de *Cypripedioideae* y *Vanilloideae* poseen frutos carnosos que fermentan *in situ* liberando compuestos fragantes (por ejemplo la vainillina) que atraen a pájaros y mamíferos, que actúan como agentes de dispersión (Strassburger, 1994).

Estas semillas están formadas por un embrión constituido por pocas células (entre 100 y 200), cubiertas por una testa muy dura. El número de semillas puede variar de 13,000 a 4,000,000 por cápsula. El rango de peso de una semilla de orquídea varía de 0.3 a 14 µg y

miden de 0.25 a 1.2 mm de largo y 0.009 a 0.27 mm de ancho. Estas semillas no poseen endosperma y consisten de un pequeño embrión suspendido dentro de una membrana, comúnmente transparente, aunque en ocasiones pigmentada. Las formas de las semillas pueden ser muy variables, existiendo elípticas, filiformes, fusiformes, redondas, globulares o prominentemente aladas. Todas estas características aparentemente maximizan la fecundidad y la efectividad en la dispersión por el viento de las semillas de orquídeas. La germinación de estas semillas tiene lugar por medio de un proceso que es diferente al de la mayor parte de las angiospermas, porque los embriones de orquídeas son, desde un punto de vista anatómico y estructural, extremadamente reducidos y simples. Los embriones de orquídeas germinan y crecen hasta producir una masa de células llamada protocormo. Estos protocormos, con sus «rizoides» (estructuras en forma de raíces) pueden o no de inmediato comenzar a fotosintetizar. No obstante, para que el protocormo sobreviva, se desarrolle y se transforme en retoño, primero debe establecer una relación simbiótica con un hongo (Strassgurger, 1994).

El papel que desempeña el hongo es el de suministrar azúcares al protocormo (especialmente a aquellos que no poseen clorofila). El hongo obtiene el azúcar de secciones del substrato (suelo u otro objeto sólido que sirva de organismo huésped a la planta) de la orquídea, es decir, la corteza de un árbol o del suelo. El protocormo, a su vez, provee al hongo con ciertas vitaminas y un hábitat donde vivir. El hongo vive en área del protocormo y del substrato. Con el tiempo, el joven retoño comenzará a producir sus propios nutrientes y la simbiosis no será más necesaria (Strassgurger, 1994).

2.1.10. Multiplicación de las orquídeas

El método más simple de multiplicación, a menudo utilizado por los coleccionistas y por los comerciantes de pequeña escala, es la división del tallo. En varias especies de orquídeas, como las pertenecientes al género *Dendrobium*, el pseudobulbo es largo y articulado, está formado por muchos nudos en los cuales se desarrollan hijuelos. Desde la base de estos hijuelos se desarrollan raíces. Para multiplicar este tipo de orquídeas, entonces, sólo se deben cortar los hijuelos enraizados, separarlos de la planta madre y trasplantarlos a otro recipiente. Las especies de orquídeas de mayor importancia comercial, tales como *Cattleya*,

Laelia, *Miltonia* y *Odontoglossum*, pueden propagarse por división del rizoma en secciones, las que deben llevar de tres a cuatro pseudobulbos. Los denominados bulbos traseros, aquellos que ya han perdido el follaje, se usan comúnmente para propagar clones de *Cymbidium*. Estos bulbos se remueven de la planta y se colocan en otro recipiente con un sustrato adecuado para que formen raíces (Sotz'il, 2010).

2.1.11. Propagación a gran escala de las orquídeas

Debido a la gran cantidad de semillas que se producen en cada fruto y a la posibilidad de cultivar los meristemas *in vitro*, las orquídeas también pueden ser multiplicadas a gran escala (Sotz'il, 2010).

Las semillas de las orquídeas son muy pequeñas y las que se hallan en un solo fruto pueden generar miles de nuevas plantas, cada una con características diferente de la otra. No obstante, las semillas contienen escasas reservas y no pueden germinar con sus propios recursos. De hecho, en la naturaleza deben asociarse a un hongo durante la germinación, el cual le provee los nutrientes que requiere para su crecimiento y desarrollo. Por esta razón, la manera más simple, si bien la menos eficiente de multiplicar orquídeas a través de semillas, consiste en esparcir las semillas sobre y alrededor de las raíces de orquídeas cultivadas en maceta y asegurarse de que tengan humedad constante en el sustrato. Las semillas germinan en unas semanas y crecen muy lentamente, de manera que una planta obtenida de este modo florece por primera vez cuando alcanza de cinco a diez años.

Este proceso se denomina germinación simbiótica y, hasta 1922, era el único método de propagación de orquídeas a través de semillas. En ese año Lewis Knudson, de la Universidad Cornell, publicó un trabajo en el que describía un método artificial para hacer germinar a las orquídeas sin la participación de un hongo. Este método, llamado de germinación asimbiótica, hace uso de técnicas de micropropagación para lograr la

germinación y establecimiento de las plántulas en un medio de cultivo artificial y bajo condiciones estériles (Macz, 1995).

La reproducción a través del cultivo *in vitro* de meristemas, o clonación, es más eficiente y consiste en quitar la punta de la raíz o el extremo de un brote, situarlo en un medio de cultivo adecuado bajo condiciones estériles. Bajo la influencia de los fitohormona, estos se convierten en una masa de tejido indiferenciado, capaces de dar lugar a nuevas plántulas. Las plántulas así obtenidas se separan unas de otras y se cultivan en tubos de ensayo independientes. Las plantas son clones perfectos de la planta original, por lo que éste es el método más aplicable a la propagación masiva de una variedad particular o de híbridos estériles(Macz, 1995).

2.1.12. Sustrato

Para que las orquídeas se mantengan sanas es imprescindible proporcionarles un buen sustrato que les proporcione agua, nutrientes y minerales. En la naturaleza las raíces son adventicias, por lo que no están permanentemente húmedas, por lo tanto al plantarlas en macetas habrá que emplear un sustrato que permita una buena ventilación de las raíces. Un buen sustrato para orquídeas ha de ser grueso y permitir la circulación del aire para que después del riego las raíces sequen fácilmente. El sustrato de grano grueso se descompone lentamente mientras que el grano fino lo hace en poco tiempo liberando sales minerales que dañan las raíces (Röllke, 2008).

- **Corteza de pino**

La corteza de pino es el ingrediente más común del sustrato de orquídeas. Se utiliza en una proporción de 50% al 80% de la mezcla total. La corteza de pino proporciona el drenaje y la aireación a largo plazo que necesitan las raíces de la planta, lo que ayuda a evitar el desarrollo de hongos; también incrementa la densidad aparente del medio de cultivo, y por consiguiente, estabiliza el recipiente en condiciones en las que hay mucho viento. El pino debe ser tratado antes para eliminar la resina, el tiempo de vida útil de la corteza de pino es dos años como máximo. Sin embargo, si la corteza no está lo suficientemente envejecida o

compostada, puede inmovilizar el nitrógeno que necesitan las plantas, lo que ocasiona una deficiencia de este importante elemento (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

- **Musgo *Sphagnum***

Sirve para airear el sustrato y retener la humedad, ya que posee un gran poder de absorción y retención de agua de casi 20 litros por kilogramo de musgo. Aporta acidez al sustrato, un pH entre 4.8 y 4.9; y permite espaciar los riegos, aporta defensas biológicas a la planta. Se utiliza en proporciones pequeñas no mayores al 10% de la mezcla total (Freuler, 2008).

- **Arcilla expandida**

Es un producto que se obtiene tratando la arcilla a altas temperaturas, logrando que sea porosa y ligera. Retiene de 15 a 20% de humedad, pero sobre todo garantiza un buen drenaje del exceso de riego, se debe de agregar al fondo de la maceta. Lavarla antes de añadirla al sustrato (Freuler, 2008).

- **Polietileno**

Es un material sintético, el cual no se pudre ni forma moho. Es ideal para airear el sustrato y facilitar el drenaje, se puede comprar o reciclar los embalajes de electrodoméstico. Se utiliza un 25% a un 50% (Freuler, 2008).

- **Carbón vegetal**

Es un buen absorbente y se emplea para eliminar bacterias, virus, gases venenosos y aporta al sustrato una ligera acidez; tiene propiedades fungicidas, elimina toxinas (cianotoxinas, necrotoxinas y micotoxinas) y absorbe sustancias químicas que pueden dañar las raíces. Se debe de lavar antes de ser usado pues por su fragilidad tiende a romperse (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

- **Trozos de corcho**

Es un material que se degrada muy lentamente, lo que le hace un buen material para que las raíces respiren y drenen el agua sobrante del riego (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

- **Cáscara de nuez**

Es un material de lenta degradación que oxigena el sustrato e impide que se compacte. Son ideales para orquídeas terrestres pero se pueden usar en pequeñas cantidades en todas las mezclas (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

- **Cáscara de huevo**

Posee un 94% de carbonato de calcio y es ideal para las plantas que viven en terrenos alcalinos. Se utiliza en un porcentaje no mayor al 5% (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

- **Piedra volcánica**

La piedra volcánica es el resultado de la lava enfriada rápidamente tras las erupciones. Gracias a su estructura rugosa permite un drenaje excelente y una aireación óptima, reteniendo el agua durante algún tiempo entre sus poros. Es un material inalterable (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

La piedra volcánica, o greda, es de uso en el cultivo de las orquídeas colocándolo en el fondo de las macetas para asegurar así que no se quede agua estancada. También puede usarse como sustrato en plantas que necesiten una gran aireación, usándola en lugar de la corteza de pino o arlita (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

Su elevado peso da estabilidad a la maceta evitando que se tumben con las corrientes de aire. Este producto también es muy utilizado en el cultivo de bonsáis y en acuarios, donde se usa como decoración e incluso como elemento filtrante (Sociedad Colombiana de Orquideología, 2001).

2.1.13. Importancia económica de las orquídeas

A pesar de la gran diversidad de la familia, pocas orquídeas son cultivadas por otra razón que no sea la belleza de sus flores. Además del ya mencionado cultivo de *Vanilla* para producir vanillina, pocas especies se utilizan para la producción de aromatizantes del té (*Jumellea*) o del tabaco (*Vanilla*)(Solano, 1981).

El cultivo de las orquídeas por la belleza de sus flores evolucionó lentamente desde un simple pasatiempo hasta la explotación comercial. Las primeras orquídeas ornamentales llegaron a Europa, procedentes del Nuevo Mundo, en 1731. Sin embargo, no fue sino hasta 1821 cuando se inició su cultivo comercial en invernaderos cerca de Londres (Solano, 1981).

Para 1913 se inauguró en Singapur la compañía «Sun Kee» para producir y comercializar flores cortadas de orquídeas. Actualmente, en Estados Unidos, Inglaterra, Francia, Japón, China, Tailandia, Australia, Hawai y Singapur se ha profundizado el interés por el cultivo y la explotación de orquídeas, con dos objetivos definidos. El primero es el de la producción de flor cortada para abastecer el mercado internacional de floricultura. El segundo objetivo es el de producir y comercializar plantas de diferentes tamaños, en particular las que se hallan cerca de la floración, para abastecer de plantas ornamentales el mercado interno de cada país(Solano, 1981).

Tailandia es uno de los países más especializados en la producción de flores de orquídeas para abastecer la demanda de las principales ciudades alrededor del mundo, con un monto de exportaciones de 40 millones de dólares para el año 2001 (Palmieri, 2004).

Entre los géneros de orquídeas más comúnmente cultivados para flor de corte o como plantas ornamentales se destacan *Cattleya*, *Dendrobium*, *Epidendrum*, *Paphiopedilum*, *Phalaenopsis*, *Vanda*, *Brassia*, *Cymbidium*, *Laelia*, *Miltonia*, *Oncidium*, *Encyclia* y *Coelogyne*. No obstante, la mayor proporción de cultivares actuales de orquídeas los que se cuentan por más de 100,000 han surgido a través de hibridaciones artificiales entre dos o más especies, muchas veces de distintos géneros (Palmieri, 2004).

2.1.14. Género *Phalaenopsis*

Las *Phalaenopsis* pertenecen a la familia más extensa del reino de las plantas *Orchidaceae*. Muestran una forma monopodial de crecimiento sin vástagos laterales, donde el tallo principal continúa creciendo a lo largo del año y únicamente produce un ramillete de flores por cada axila foliar. Las hojas de las *Phalaenopsis* son dísticas y carnosas. En estado silvestre las *Phalaenopsis* pueden encontrarse por toda la región tropical de Asia. Se desarrollan bajo temperaturas diurnas que alcanzan los 28-35 °C, temperaturas nocturnas de 20-24°C y con un grado de humedad relativa considerable. Las *Phalaenopsis* prefieren los entornos umbríos. Son capaces de absorber nutrientes a través de las raíces y de las hojas y, además, sus raíces también sirven para sujetar la planta (Anthura, 2007).

Existe una combinación de tres factores nefastos para la *Phalaenopsis*, una alta humedad, baja temperatura y escasa ventilación. Son las condiciones en las cuales se produce la proliferación de *Pseudomonas cattleyae*, que ataca a todas las orquídeas pero en la *Phalaenopsis* es mortal en pocos días. Es una enfermedad muy contagiosa y el primer paso es aislar a las contagiadas y cuya primera señal es una mancha marrón en las hojas (Anthura, 2007).

2.1.15. *Phalaenopsis* en maceta

Cuando las plantas llegan al vivero se debe desembalar y esperar un par de semanas para poder trasplantarlas a las macetas. Concluido ese tiempo se realiza el trasplante. Las macetas deben de tener un promedio de 0.12 m se debe de mojar la raíz antes para que estén rígidas y no sufran daño alguno en el trasplante. El sustrato puede ser natural o polietileno, deben ser trozos grandes para proporcionar una buena aireación a las raíces pues si estas se mantienen húmedas se producirá pudrición en las mismas. La producción de *Phalaenopsis* en maceta dura un promedio de cincuenta semanas y se divide en tres fases (Anthura, 2007).

La primera fase es de trasplante y crecimiento, la cual toma alrededor de veintisiete semanas. La segunda fase es la de enfriamiento y dura alrededor de seis semanas, en esta fase se le debe disminuir la temperatura al cultivo para inducir la floración. La tercera fase es la de terminación, que dura un estimado de 10 a 12 semanas (Anthura, 2007).

2.1.16 Enfermedades

Las patologías observadas en *Phalaenopsis* se pueden clasificar en tres grupos:

- a. bacterias
- b. hongos
- c. virus

a. Bacterias

▪ Necrosis foliar

Esta enfermedad es particularmente grave sobre *Phalaenopsis*, pero también puede golpear otros géneros de orquídeas. Los responsables son muchos tipos de bacterias, *Pseudomonas* spp. y *Acidivoras* spp. Los síntomas típicos son la aparición de lesiones de mancha de aceite que sucesivamente se convierten en manchas oscuras. En las orquídeas adultas la infección se inicia en las hojas y puede alcanzar el fuste. Las áreas infectadas manifiestan exudaciones que son colonias bacterianas (Freuler, 2008).

▪ Podredumbres de los pseudobulbos

Los responsables de esta patología son bacterias pertenecientes al género *Erwinia* spp. La enfermedad se manifiesta con manchas de color negruzco circundadas por un halo amarillento prácticamente sobre todas las partes de la planta (excepto las flores). Los factores determinantes pueden ser una baja temperatura con una elevada humedad. A menudo esta enfermedad se propaga al momento de la subdivisión de la planta causada por el empleo de instrumentación inadecuadamente desinfectada o de una herida no desinfectada (Freuler, 2008).

b. Hongos

Son organismos heterogéneos, hay beneficiosos y también algunos nocivos para las orquídeas. Prosperan en un medio húmedo y se eliminan en un ambiente ventilado y seco. A continuación se describen los más comunes y sus síntomas (Freuler, 2008).

▪ Blackrot

Esta enfermedad puede ser causada por los hongos *Phytophthora* sp. y *Pythium* sp. La enfermedad se manifiesta con manchas de color negrozco, circundadas por un halo amarillento prácticamente sobre todas las partes de la planta, exceptuando a las flores. Los factores determinantes pueden ser una baja temperatura con una elevada humedad. Cuando la enfermedad llega a los pseudobulbos o a las raíces, puede causar la muerte de la planta en dos semanas (Freuler, 2008).

▪ Pudrición

Puede ser causada por la presencia de *Botrytis* sp., un hongo que provoca graves daños en la orquídea. También este patógeno es propiciado por una elevada humedad, una escasa circulación del aire y una baja temperatura. Puede atacar sea las flores como las hojas (Freuler, 2008).

c. Virus

Son organismos sencillos microscópicos que provocan enfermedades crónicas, algunos virus son atenuados como en el género híbrido *Burrageara*, permitiendo que las orquídeas crezcan y florezcan, no causan perjuicio notable. Existen más de 30 tipos de virus que atacan al cultivo de orquídeas uno de ellos es el que produce deformaciones en flores y hojas que aparecen arrugadas con ampollas y manchas amarillentas que se le conoce como virus del mosaico, los virus atacan todas las partes de las plantas (Freuler, 2008).

2.2. LOCALIZACIÓN

La finca San Patricio, lugar donde se desarrolló el estudio, está ubicada en La Democracia, Escuintla, a 100.5 km de la capital, a una altura de 70 msnm. El sitio está localizado en las coordenadas 14° 8' 21" latitud norte y 90° 58' 04" longitud oeste (IMSA, 2009). Presenta una

precipitación anual de 2500 a 4000 mm. La temperatura oscila entre 27 °C y 32 °C (Orozco, Soto, Pérez, Ventura y Recinos, 1995).

2.2.1 Condiciones climáticas

El clima según la metodología de Thornthwaite, es cálido, sin estación fría bien definida, clima húmedo, vegetación característica: bosque, el tipo de distribución de lluvia: con invierno seco (Carranza, 2014).

2.2.2 Características edafológicas

La finca San Patricio cuenta con suelos entisoles, que se pueden describir como no evolucionados, de perfil AC, muy permeables, de textura gruesa, presenta déficit de agua en verano (Carranza, 2014).

2.3. DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DE LA EMPRESA

Ingenio Magdalena es productor de caña de azúcar que transforma y comercializa en productos de mayor valor como azúcares en diferentes tipos, alcohol, energía eléctrica y alimentos proteínicos para uso animal. Siendo un grupo agroindustrial que se distingue por su mejora continua, que por medio de la innovación y diversificación de productos, garantiza crecimiento y rentabilidad sostenible para sus accionistas y colaboradores, a través del desarrollo del personal y tecnología, garantizando la satisfacción de sus clientes, que a través de la eficiencia, rentabilidad, crecimiento, diversificación de actividades y creación de fuentes de trabajo, cubre las necesidades de los clientes con productos de calidad e inocuidad garantizada. Todo esto lo hace en una escala que lo hace competitivo a largo plazo (IMSA, 2009).

Además de la producción de azúcar y otros subproductos, la empresa ha incursionado en el área de investigación y producción de otros cultivos *in vitro*, en la finca San Patricio se encuentra instalada la Biofábrica, la cual inició en 1996 como laboratorio de meristemas para la producción de semilla de caña y selección de variedades, produciendo 400,000 plantas al inicio. Actualmente la Biofábrica tiene una capacidad instalada de producción artificial de 2,500,000 plantas, a través de multiplicación de tejidos vegetativos o micropropagación.

A partir del año 2001, en el laboratorio de meristemas, no solo se producen plántulas de caña de azúcar, también empezó la producción de orquídeas (en pequeña escala) a petición de los propietarios de la empresa.

Entre las más producidas están las del género *Phalaenopsis*, estas plántulas al salir del laboratorio, son trasladadas a los invernaderos, se trasplantan a las macetas y en un plazo aproximado de 50 semanas se encuentran ya disponibles; las orquídeas producidas en Ingenio Magdalena no son comercializadas, únicamente se ponen a disposición de sus propietarios, que en la mayoría de casos las presentan en exposiciones nacionales.

Ingenio Magdalena ha tenido participaciones en la Exposición Nacional de Orquídeas, organizada por La Asociación Guatemalteca de Orquideología (AGO), la cual ha sido patrocinada por empresas de renombre como Cervecería Centro Americana, S.A.; además sus investigaciones fueron claves en el reciente descubrimiento de la *Galeandra sobralioides* Archila, en la costa sur.

III. JUSTIFICACIÓN

En Guatemala, específicamente en la costa sur en donde se encuentra la zona cañera, se hace difícil la producción natural de las orquídeas, debido a la destrucción de los bosques en donde habita, esto por la creciente producción agrícola; ya que estas viven sobre plantas, más comúnmente árboles. Por esta razón se deben buscar otras alternativas para propagar estas especies, como lo es la técnica de propagación *in vitro*.

La propagación *in vitro* de este género y su posterior aclimatación, constituye una ventaja para su producción a escala comercial, ya que actualmente existe un mercado bastante grande para la comercialización de este tipo de cultivo.

Se pudo comprobar que hasta la fecha, no existe suficiente información sobre el tema, especialmente para la zona sur, por lo tanto, se ofrece el presente estudio que podría servir de base para futuras investigaciones, buscando en el mismo, las alternativas biotecnológicas para conservación y propagación de las orquídeas.

El género de mayor producción en el laboratorio de meristemas de Ingenio Magdalena es el *Phalaenopsis*, se encuentra entre las orquídeas más populares para su cultivo doméstico debido a su facilidad de propagación y floración bajo condiciones artificiales, presentan una durabilidad extraordinaria, que la hace un elemento de alto valor como ornamento; las flores separadas de la planta pueden permanecer sin marchitarse hasta tres o cuatro semanas; en la planta pueden permanecer hasta tres meses.

Las condiciones naturales que posee nuestro país, hacen de las orquídeas un excelente renglón de producción, que sin lugar a dudas, merece una especial atención dentro del marco de la floricultura, debiendo ser considerada por su destino en el consumo interno de modo especial, como línea exportable de seguro mercado.

Para Ingenio Magdalena, la producción de orquídeas no representa un renglón importante y no se producen con fines comerciales, únicamente se satisface la solicitud de sus propietarios.

IV. VARIABLES DE ESTUDIO

- Determinar el momento idóneo de trasplante en *Phalaenopsis* para el desarrollo final de la planta, en el sustrato adecuado.
- Monitorear la humedad y la temperatura en el cultivo para evitar y/o prevenir enfermedades como: hongos, bacterias y virus.
- Determinar la eficiencia de los métodos de propagación sexual y asexual en el género *Phalaenopsis*.

V. OBJETIVOS

5.1. GENERAL

Utilizar la práctica supervisada como mecanismo de aprendizaje en el proceso productivo de la orquídea *Phalaenopsis*

5.2. ESPECÍFICOS

- Conocer el proceso, desde la llegada de las plantas de *Phalaenopsis*, su trasplante y mantenimiento.
- Monitorear y dar seguimiento diario a la temperatura y humedad presente en el área de desarrollo.
- Determinar la presencia de enfermedades en las plantas de *Phalaenopsis*.
- Conocer los métodos de propagación de *Phalaenopsis*.

VI. PLAN DE TRABAJO

6.1. DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE TRABAJO

6.1.1 Biofábrica

Es un laboratorio de meristemas utilizado para la producción de semilla de caña y selección de variedades, éste se encuentra ubicado en la finca San Patricio, actualmente el laboratorio tiene una capacidad para producir unas 2,500,000 plantas, esto a través de multiplicación de tejidos vegetativos o micropropagación.

6.2. PROGRAMA DESARROLLADO

La Práctica Profesional en el cultivo de *Phalaenopsis* y sus necesidades básicas, se dividió en 3 etapas:

Etapa 1. Proceso de Trasplante: Se dio seguimiento al trasplante del laboratorio al invernadero, considerando que es parte fundamental para el desarrollo e incluso la sobrevivencia del cultivo. Para el sustrato se utilizaron varios materiales orgánicos y sintéticos, con diferente granulometría para facilitar el drenaje y la aireación de las raíces.

Etapa 2. Monitoreo del porcentaje de humedad y temperatura: De los resultados del monitoreo diario depende la decisión en cuanto a la programación de riego, pues la humedad relativa y la temperatura en el invernadero debe ser constante. El brote de virus, bacterias y enfermedades son comunes cuando la temperatura disminuye y la humedad aumenta.

Etapa 3. Propagación sexual y asexual: La propagación de *Phalaenopsis* en su hábitat natural es sexual, por medio de semillas. Estas condiciones se han replicado en laboratorio, y debido a ello es necesario hacer la polinización en el invernadero. También se puede reproducir de forma asexual por keikis, que son pequeños brotes que se desarrollan desde el tronco de la planta madre y van creciendo hasta desarrollar raíces finas alrededor del tronco, y otra forma de propagación es por división de plantas.

6.3. CRONOGRAMA

En este cronograma se describen las actividades realizadas en las dieciséis semanas de práctica profesional, que se llevó a cabo del dos de julio al veinte de octubre de 2012.

	Semanas															
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Primera Fase																
Trasplante	x															
Maceta		X														
Sustrato			X													
Segunda Fase																
Monitoreo de Humedad				x												
Monitoreo de Temperatura					x											
Monitoreo de Enfermedades						x										
Riego							x									
Fertilización								X								
Tercera Fase																
Inmovilización									x							
Selección										X						
Polinización											X	x				
Etiquetado													x	x		
Recolección de la Cápsula																x
Ingreso de Cápsula al Laboratorio																X

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El cultivo de las plantas en maceta requiere condiciones especiales, las cuales se irán detallando a lo largo de la descripción de la práctica realizada en el invernadero de *Phalaenopsis* del Ingenio Magdalena, la cual duró dieciséis semanas.

7.1. TRASLADO A INVERNADERO

Las plantas a su llegada de la biofábrica (figura 2), fueron clasificadas y trasplantadas aquellas que ya presentaban 2 ó 3 hojas lo suficientemente grandes (unos 0.1-0.14 m de tamaño).

En términos generales, en el invernadero las plantas se clasifican en dos categorías distintas: grandes de 0.1 a 0.16 m de altura y pequeñas de 0.08 a 0.01 m de altura. Al momento de la clasificación, a las plantas pequeñas se les prolonga por un período de desarrollo de 3 ó 4 meses más, ya que al trasplantar plantas pequeñas a semilleros retrasa su crecimiento normal y supone un trabajo añadido no recomendable.

Según Anthura (2007), las plantas pequeñas resultantes del proceso inicial de clasificación, se les debe mantener juntas en bandejas con sustrato. Con base en lo anterior y tomando en cuenta las recomendaciones con respecto al manejo de las plantas pequeñas, se ha observado un mejoramiento en su crecimiento, al poder someterlas a un mayor control y al liberarlas de la presión que les supone competir con las plantas más grandes.



Figura 2. *Phalaenopsis* al salir de la biofábrica.

A su llegada al invernadero, las plantas jóvenes deben extraerse de los recipientes del laboratorio y luego lavar sus raíces con agua destilada, para eliminar el medio de cultivo y evitar que el agar atraiga plagas y enfermedades. Una vez aclimatadas, después de algunas semanas, ya pueden cambiarse a macetas las que hayan alcanzado la altura adecuada (0.14m de altura).

7.2. MACETAS

Existe una gran variedad de macetas para cultivar orquídeas, entre las más utilizadas en el invernadero del Ingenio Magdalena están: las macetas de barro y las plásticas; cuando se trata de un cultivo a gran escala, se toman las recomendaciones según Röllke (2008), al utilizar las macetas plásticas, pues poseen mayores ventajas, son económicas, livianas y no interactúan con el sustrato como en el caso de las macetas de barro, que con el tiempo las sales de los fertilizantes se acumulan en sus paredes y pueden dañar las plantas.

Otra de las opciones es utilizar macetas plásticas transparentes (figura 3), de 0.10 m, en la práctica éstas han resultado ideales, ya que por la penetración de luz, las células del córtex de algunas raíces aéreas presentan cloroplastos y realizan la fotosíntesis, tanto como las hojas, otra de las ventajas que se pueden mencionar es que permite ver el grado de humedad del sustrato y la presencia de plagas en el cultivo.



Figura 3. Macetas transparentes favorecen la fotosíntesis en *Phalaenopsis*

7.3. SUSTRATO

La base del sustrato usado en el invernadero de Ingenio Magdalena para *Phalaenopsis*, son trozos de corteza de pino mezcladas con materiales orgánicos e inorgánicos como la piedra, carbón vegetal, corteza de coco, musgo *Sphagnum* y polietileno. Estos materiales no deben contener polvo, porque de lo contrario éste se compactaría en el fondo y taparía los agujeros de la maceta donde se drena el agua excedente del riego y podría causar la muerte de la planta por alguna patología asociada a la humedad constante o encharcamiento en la maceta. Todos los materiales utilizados para la elaboración del sustrato son sometidos a diferentes procesos de desinfección y desinfestación para hacerlo inocuo al cultivo.

7.3.1. Corteza de pino

Se observó que al utilizar corteza de pino las raíces de las *Phalaenopsis*, se extienden comodamente, dándole una buena sujeción, manteniéndolas aireadas y sin encharcarse. Este material ha sido fundamental para el cultivo de *Phalaenopsis*, ya que es la base del sustrato utilizado en el invernadero, siendo el 70% del total de la mezcla y el otro 30% se complementa con musgo *Sphagnum* para mejorar el drenaje y mantener la humedad.

En función del tamaño de las raíces de las plantas, se utilizó viruta o trozos de corteza de pino, las medidas utilizadas fueron: pequeño de 5 a 15 mm; medio de 20 a 45mm y grandes, trozos de tamaño superior. Debido a que con el riego se degrada la viruta, la planta se cambia de maceta cada dos años máximo, para evitar que se vaya comprimiendo el sustrato y que la humedad pueda causar pudrición de las raíces. Otra de las propiedades observadas al utilizar la corteza de pino es que ayuda a evitar el desarrollo de hongos.

7.3.2 Piedra

En un principio la piedra se utilizó para darle peso a las macetas y no se dieran vuelta cuando se regaban, pero con el paso del tiempo y al observar que con el cambio de sustrato, las raíces en las macetas donde se habían colocado las piedras, crecían mucho más distribuidas y en mayor número que en las que no se habían colocado piedras, se tomó la

decisión de utilizarla como parte del sustrato. Según La Sociedad de Cultivo de Orquídeas (2011), al utilizar piedra en el sustrato, mejora la aireación y el drenaje, se utiliza en un 10% de la mezcla total.

7.3.3 Carbón vegetal

En el invernadero se utiliza carbón vegetal por sus propiedades para eliminar bacterias, virus, gases venenosos y la acidez que aporta al sustrato. Se utiliza el carbón corriente de cocina, de un diámetro aproximado de un centímetro, este ocupa el 10% del total de la mezcla.

El carbón vegetal acumula tanto las substancias orgánicas como el abono sobrante, además, eleva el valor del pH y lo sitúa en el valor ideal que va de 5.5 a 6.5 (Freuler, 2008).

7.3.4 Corteza de coco

Se utiliza en un 5% del total de la mezcla, esto para evitar que haya exceso de humedad. Le provee a la planta un equilibrio entre retención de agua y capacidad de aireación a la planta, evita enfermedades fungosas en las raíces como consecuencia del exceso de humedad (Röllke, 2008).

7.3.5 Polietileno

En el invernadero se utiliza una granulometría de alrededor de un centímetro y ocupaba el 15% del total de la mezcla del sustrato.

Según Röllke (2008), favorece la aireación en la maceta y la ecología. Debido a que se degrada muy lentamente, es una muy buena opción, lo ideal es reciclar el que ya ha sido utilizado en el invernadero, ejemplo: el de los empaques de computadoras, impresoras, etc.

7.4. TRATAMIENTO AL SUSTRATO

Antes que el sustrato sea mezclado en las cantidades antes mencionadas, los elementos deben pasar por dos tratamientos previos: térmico y químico.

Según Röllke (2008), la corteza de pino ya viene de un proceso en el cual se le elimina la resina, debido a que es tóxica para las orquídeas, pero debe pasar luego por tratamientos térmicos y químicos para poder ser utilizado.

7.4.1. Tratamiento térmico

El tratamiento térmico consiste en someter el sustrato a una temperatura de 52°C por 30 minutos, con el objeto de eliminar insectos y cualquier tipo de organismos vivos que puedan dañar al cultivo, la temperatura debe ser de 52°C, pues los organismos vivos no resisten esta temperatura y en el lapso de 30 minutos se ha comprobado que la temperatura se distribuye uniformemente dentro y fuera de los contenedores del sustrato (Röllke, 2008).

7.4.2 Tratamiento químico

Se utiliza una piscina a la cual se le agrega fungicida y bactericida (sulfato de estreptomicina 80WP al 5%), se sumerge el sustrato por seis horas (figura 4), este proceso se realiza por dos propósitos: el primero durante el cambio de sustrato, este es el momento más vulnerable del proceso del cultivo, ya que las raíces han sufrido daños, de esta forma el sustrato estará inocuo y prevendrá que surja un brote de cualquier tipo patológico. El segundo propósito es eliminar residuos de polvo en el sustrato, pues con este procedimiento las partículas de polvo se van al fondo del recipiente y son desechadas (Röllke, 2008).



Figura 4. Tratamiento químico de la corteza de pino.

7.5. TRASPLANTE

Al momento de la salida de las plantas de la Biofábrica se retiran de su empaque y son puestas en bandejas con el sustrato ya preparado anteriormente. Al igual que al sustrato, a las plantas se les da un tratamiento previo antes se sembrarlas. Se les agrega un fungicida y algún tipo de enraizador. Es importante que el personal que realice esta labor, utilice guantes y equipo de protección, para disminuir los riesgos de contaminación (figura 5).

En el momento de trasplantarlas es importante comprobar que se colocan en posición vertical, en el centro de la maceta y a la altura correcta. Si se plantan a una profundidad excesiva, su punto de crecimiento queda más expuesto a un posible daño de hongos; mientras que si, por el contrario, se plantan demasiada cerca de la superficie, la planta no podrá sostenerse correctamente y por eso será inestable. También es importante no presionar demasiado fuerte el punto de crecimiento al plantarlas en macetas, ya que podrían producirse deformaciones en las hojas o daños irreversibles en el punto de crecimiento.

Cuando el trasplante se realiza en plantas adultas es importante mojar las raíces para que no sufran de ningún tipo de daño mecánico, las raíces mojadas son más flexibles y se debe de eliminar únicamente las raíces secas en su totalidad que se vean y sientan deshidratadas, entre menos daño o cortes se le haga a la planta es menos susceptible a enfermedades.



Figura 5. Personal utilizando guantes para disminuir riesgos de contaminación.

7.6. MONITOREO

El monitoreo se realizó a diario, en las mañanas se realizó una inspección visual del estado de las plantas, humedad visible en las macetas, plantas enfermas, etc. Cuando se encontraron plantas enfermas se hizo un recuento de ellas para ver si era un hecho aislado o una epidemia. Si se encontraban más de 20 plantas se aplicaba a todo el invernadero un antibiótico o un fungicida según fuera el caso, si eran menos de 20 se le aplicaba un curativo únicamente a las plantas afectadas, esto se describe más adelante. Después de la inspección visual se hicieron tres monitoreos del higrómetro. Se abrieron las cortinas para controlar la temperatura y la humedad dentro del invernadero.

7.6.1. Riego

Para aplicar el riego se tomó en cuenta los siguientes aspectos en el cultivo: temperatura alta, humedad baja, corriente de aire, plantas en activo crecimiento. El uso del higrómetro en este cultivo es indispensable, ya que con él se pudo medir el grado de humedad presente el suelo, estos fueron colocados estratégicamente; en plantas pequeñas se colocaron en la parte donde están los colchones de humedad, en los extractores y en la parte media del invernadero, pues a pesar que es una área controlada, la humedad no es constante en estos puntos.

Cuando la humedad baja al 50% es el momento ideal para aplicar el riego y no se debe de permitir que alcance un valor mayor al 80%. Se tiene que tomar en cuenta que para matar una *Phalaenopsis* por exceso de agua basta una semana y para matarla por falta de agua se necesitan seis meses (Röllke, 2008).

▪ Agua

A las orquídeas no les gusta el agua demasiado dura y cargada de un alto contenido de sales minerales como el cloro, calcio, sodio y muchas veces un elevado pH.

El agua de lluvia es la ideal para el riego o el uso de agua destilada, el agua de lluvia es la que más se aproxima al agua que reciben las orquídeas en su hábitat natural y el agua destilada no deja residuos sobre las hojas. El agua utilizada en los invernaderos es filtrada, aunque se ha tenido algunos problemas muy aislados cuando se lavan los filtros, pues el lavado se hace con sales; después del riego le aparecen manchas amarillas a las hojas, las

cuales van disminuyendo con los siguientes riegos, debido a esto, cuando se realiza el lavado de los filtros se riega dos días después, para que las sales ya se hallan eliminado en el agua utilizada.

El riego se realiza por aspersión, como se muestra en la figura 6.



Figura 6. Riego por aspersión de forma manual.

7.6.2. Temperatura

El género *Phalaenopsis* soporta un rango amplio, desde los 15°C hasta los 32°C. En el invernadero, debido a que cuenta con un clima artificial, se puede replicar las condiciones óptimas para este cultivo, a pesar de estar situado en la costa sur. Si el día está soleado se cierran las cortinas y se reducen hasta 5°C de temperatura, incluso si está lluvioso se abren las cortinas, se apaga el colchón húmedo y encienden los extractores de humedad. Al igual que la humedad la temperatura se monitorea tres veces al día para tratar de mantener un ambiente ideal para las plantas. Para estimular la floración, también se manipula la temperatura del invernadero, pues las luces del invernadero se apagan a las cinco de la tarde y en la época de enfriamiento como se le llama antes de la floración, se dejan encendidas las luces toda la noche, produciendo un falso otoño en las plantas y estimulando de esta forma la floración.

7.7.FERTILIZACIÓN

La fertilización se hace de forma foliar o con fertirriego, a las plantas se les proporciona nitrógeno para que se pueda desarrollar, es preferible que la fuente de nitrógeno sea nitrato de amonio y no urea, pues el porcentaje de nitrógeno de la urea es de 46% y esto beneficia el desarrollo del follaje mas no de la flor, mientras que el nitrato de amonio el porcentaje de nitrógeno es de 33% y esta fórmula favorece que en la época de floración lo exuberante sean las flores y no el follaje de las plantas. El amonio se le proporciona en fertirriego con una conductividad no mayor a 2 o 1.5 siemens por metro, pues en cada riego se le provee de este fertilizante. En forma foliar con unapulverizadora de mochila se le aplica fertilizante hidrosoluble a base de nitrógeno, cada 30 días, con una dosis de cinco ml por litro. Esta fórmula se utiliza por seis meses en el año, en las plantas adultas (0.2 m o más) y todo el año en plantas jóvenes (menos de 0.2 m).

A las plantas adultas se les proporciona un fertilizante completo 20-20-20 en fertirriego con una conductividad 2.5 a 3 S/m, por tres meses antes de la época defloración, éste le provee de una nutrición completa para preparar al cultivo. Esta fórmula también se utiliza en plantas jóvenes una vez por mes para que la nutrición sea completa.

En la inducción a la floración se cambia la fórmula del fertilizante, y como ahora lo que se quiere es estimular a las plantas para que produzcan flor, todas las plantas adultas se les proveen de un fertilizante 10-20-30, a una conductividad de 2.5 a 3 S/m.

7.8.ENFERMEDADES

7.8.1 Enfermedades bacterianas

Este tipo de enfermedades fueron las más observadas durante la práctica, especialmente las causadas por la bacteria *Pseudomonas cattleyae*, la enfermedad se manifiesta con la presencia de una pequeña mancha aceitosa amarillenta, inicialmente a menudo al centro de la hoja, poco a poco la mancha se pone cada vez más oscura. En ese punto la bacteria alcanza los tejidos interiores de la planta y transforma la planta en una masa negruzca (figura 7). Otras bacterias pertenecientes a este género pueden atacar directamente las raíces y los pseudobulbos con la misma sintomatología.

La lucha contra esta bacteria es preventiva, teniendo cuidado de usar utensilios desinfectados y limpios. El tratamiento utilizado para contrarrestar esta bacteria son cuidados culturales y el uso de espectromicina y terramicina. Entre los cuidados culturales, se pueden mencionar, la eliminación total del miembro afectado, eliminación del riego, aislamiento de las plantas infectadas. Los productos químicos utilizados son la espectromicina y terramicina, a una dosis de un gramo por cada litro de agua y se aplica foliar con mochila pulverizadora.



Figura 7. Infección bacteriana en las hojas.

7.8.2 Hongos

Se sabe que todas las enfermedades padecidas son casi siempre causadas por malas condiciones del cultivo, es decir: excesiva humedad, poca ventilación, bajas temperaturas, sustratos que absorben demasiada agua y que se degradan fácilmente. Teniendo cuidado de evitar estas adversas condiciones, las enfermedades causadas por hongos fueron poco observadas, pero la más frecuente fue el blackrot (podredumbre o roña negra) (figura 8) (Freuler, 2008).

Al igual que en el caso de patógenos bacterianos, para combatir las infecciones fungosas fue necesario usar cuidados culturales y control químico. Entre los químicos que fueron utilizados se pueden mencionar: iprovalicarbo, metalaxil y propineb, estos fueron aplicados según las recomendaciones del fabricante.



Figura 8. Planta afectada por blackrot en el fuste.

7.8.3 Virus

Existen más de 30 tipos de virus que dañan al cultivo de orquídeas, uno de ellos es el que produce deformaciones en flores y hojas que aparecen arrugadas, con ampollas y manchas amarillentas, que se le conoce como virus del mosaico del *Cymbidium* (figura 9). Los virus dañan todas las partes de las plantas y para evitar propagarlos se debe de tener un especial cuidado en la desinfección de manos y utensilios. Algunos insectos transmiten virus y es mejor eliminarlos de las colecciones. Apartar y eliminar las partes de las plantas

contaminadas y si el caso es muy severo se deben de eliminar las plantas completas (Freuler, 2008).



Figura 9. Planta afectada por virus de mosaico

7.9. MULTIPLICACIÓN DE *Phalaenopsis*

La reproducción sexual brinda a las plantas la ventaja de variabilidad; la reproducción asexual les otorga la ventaja de conservar invariables características exitosas para su subsistencia y desarrollo. En el desarrollo de la práctica se pudieron experimentar ambas formas de reproducción.

7.9.1 Reproducción sexual

La polinización se produce con la visita a la flor de un insecto o pájaro en busca de néctar, pero en este caso la polinización se realizó artificialmente debido a que el cultivo está bajo invernadero. La polinización se realizó en dos pasos:

- Primer paso se escogió una planta sana y vigorosa, ésta debe tener al menos cinco flores y deben estar abiertas todas las flores.
- Segundo paso con un palillo de dientes o aguja se remueve la tapa de la antera para exponer los polínios (figura 9), ya sea si la flor se autopoliniza o si se va a utilizar el polen de otra flor deben ser removidos antes de la polinización. La superficie del estigma está pegajoso cuando está receptivo para que se adhiera el polen (figura 10), si no está pegajoso no está receptivo y no se formará la cápsula.

Según La Sociedad Colombiana de Orquídeas (2001), si la polinización fue efectiva el estigma se cerrará y los tubos de polen crecerán hasta los óvulos. Después de la polinización la flor se marchita y el ovario inicia a engrosar para formar la cápsula. La cápsula está lista al pasar alrededor de nueve meses después de la polinización, no se debe abrir dentro del invernadero para evitar que se contamine. El momento de cortarla de la planta es cuando la cápsula inicia a tornarse de color amarillo y la consistencia se hace más blanda.



Figura 10. Extracción de polinios para realizar la polinización



Figura 11. Colocación de los dos polinios en el estigma.

7.9.2 Reproducción asexual

▪ Reproducción por división de plantas

En el caso de *Phalaenopsis*, que es monopodial, es decir, que crece hacia arriba sólo se puede practicar en plantas adultas que tienen varios años de crecimiento. La planta debe de tener entre siete y ocho entrenudos y por lo menos tres raíces por encima de la zona donde se realizara el corte (Freuler, 2008). El corte tiene que ser plano, con un bisturí desinfectado con alcohol al 70%. Se debe de aplicar en la planta madre y en la planta hija algún fungicida para evitar la infección por hongos y no se deben regar hasta que el corte esté cicatrizado.

▪ Reproducción por Keikis

Algunas plantas emiten yemas fuera de la zona normal que generan un pequeño individuo llamado keikis (Freuler, 2008). Keikis es un vocablo hawaiano que se utiliza para designar a un “bebe” (Anthura, 2008). Los keikis se originan en las varas florales (figura 12).

Para estimular la producción de keikis se utilizó urea y se elevó la temperatura, aunque con estas medidas se está sacrificando la floración. Cuando la floración ya ha pasado no se debe de cortar la vara floral por completo, se debe dejar al menos cinco nudos para tratar de estimular el brote de una nueva planta.

Para realizar el trasplante la nueva planta debe de tener unos diez cm de altura, incluyendo las hojas; y raíces bien desarrolladas, por lo menos tres y con una longitud de cinco a seis cm. El corte debe ser recto con un bisturí desinfectado. Se debe de aplicar en la planta madre y en la planta hija un fungicida para evitar la infección por hongos y no se deben regar hasta que el corte esté cicatrizado y la planta nueva se debe de sembrar hasta que está cicatrizada.



Figura 12. Keikis u acodo floral

VIII. CONCLUSIONES

Según lo observado en la Práctica Profesional, la reproducción sexual de *Phalaenopsis* es la más utilizada, debido a que se produce un mayor número de plantas, éstas deben presentar de dos a tres hojas grandes (0.1 a 0.14 m), para ser trasladadas al invernadero y ser trasplantadas a macetas.

Para el trasplante a macetas se observaron buenos resultados al utilizar un sustrato elaborado con una base de corteza de pino en una proporción del 70% y un complemento de musgo *Sphagnum* 30%.

El momento ideal para aplicar riego en *Phalaenopsis* es cuando la humedad baja a un 50%, sin dejar que alcance un valor mayor al 80%.

Las enfermedades que se observaron con mayor frecuencia en *Phalaenopsis* son las de tipo bacteriana, especialmente por la bacteria *Pseudomonas cattleyae*, las enfermedades causadas por hongos no tuvieron significancia alguna, pero la más frecuente fue el blackrot.

IX. RECOMENDACIONES

No hacer cambios de sustrato en masa pues mezclan las plantas y las aglomeran en canastas una sobre la otra.

El monitoreo efectuado debe ser acompañado de un plan preventivo de enfermedades no solo curativo, y los bactericidas utilizados se deben rotar para no provocar resistencia de las bacterias al mismo antibiótico como espectromicina y terramicina, también habría que mejorar el plan de fertilización, pues una planta nutrida es una planta fuerte, menos susceptible a enfermedades.

Para aumentar la variedad genética se deberá hacer cruces y no solamente autopolinizar las especies. Se podría hacer un banco de polen en tubos de ensayo, se podría guardar el polen rotulado para que esté disponible en el momento que se necesite, el polen se puede guardar por más de un año en las condiciones óptimas.

X. BIBLIOGRAFÍA

- Anthura, I. (2007). España. Directrices para el cultivo de *Phalaenopsis* en maceta. Consultado en marzo 2012 desde internet: www.anthura.nl/uploads/.../es/Manual%20Phalaenopsis%20SPA.pdf
- Campbell, E. (2007). Orchidaceae. Tercera edición. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- Carranza, D. (2014). Evaluación de cinco profundidades de siembra en caña de azúcar, en la zona de producción del Ingenio Magdalena, S.A., Sistematización de Práctica Profesional, Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Rafael Landívar.
- Dodson, C. (1966). *Orchid flowers. Their pollination and evolution*. University of Miami Press.
- Font, P. (1982). Diccionario Botánico octava reimpresión. Editorial Labor S.A. Barcelona, España.
- Freuler, M. (2008). Orquídeas. Editorial Albatros. Caracas, Venezuela. Consultado por internet en julio 2012 en. <http://books.google.co.ve/books?id=SjFbL4qd9-MC>
- Ingenio Magdalena, S.A. (2009). Guatemala. Ingenio Magdalena. Consultado en abril 2012 desde internet: www.imsa.gt
- Macz, O. (1995). Manual para propagación de orquídeas in vitro. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, Guatemala.
- Maldonado, R. (1984). Cultivo de orquídeas en Guatemala. Trabajo Supervisado. Grado Técnico Fitotecnista. Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad Rafael Landívar. Guatemala, Guatemala.
- Méndez, C. (2012). Orquídeas una historia exótica. El Periódico, Guatemala, GT. 28 de enero de 2012. Consultado en junio 2012 desde internet: www.elperiodico.com.gt.
- Orozco, H; Soto, G.J; Pérez, O; Ventura, R; Recinos, M. (1995). Estratificación preliminar de la zona de producción de la caña de azúcar (*Saccharum* spp) en Guatemala con fines de investigación en variedades. Guatemala, Centro Guatemalteco de Investigación y Capacitación de la caña de azúcar p.33 (Documento Técnico no. 6)
- Palmieri, M. (2004). Desarrollo de un plan de negocios para una empresa de reproducción y comercialización de orquídeas. Licenciatura en Ciencias Económicas. Guatemala, Guatemala. Universidad Francisco Marroquín. Disponible en internet: www.biblioteca.ufm.edu.gt/
- Röllke, F. (2008). Orquídeas. Editorial Hispana Europea.
- Simpson, M. (2005).).Orchidaceae.Plant Systematics.). Elsevier Inc.

Sociedad Colombiana de Orquideología, (2001). Manual de Cultivo de Orquídeas. Cuarta Edición. Octubre 2001.

Solano, C. (1981). Las orquídeas en la historia y en la economía. Asociación Guatemalteca de Orquidiología, VII Exposición Nacional de Orquídeas. Guatemala, Guatemala.

Sotz'il Centro de investigación y planificación para el desarrollo maya. (Septiembre, 2010). Guatemala. Manual para el cultivo comunitario de orquídeas de San Bartolo Milpas Altas. Consultado abril 2012 en internet: orquideasdesanbartolo.com/portal/wp-content/.../manual-orquideas.pdf

Strassgurger, E. (1994). Tratado de Botánica octava edición. Omega. Barcelona, España.