



---

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRÍCOLAS**

**ESPECIALIDAD EN FLORICULTURA**

**Comparación de cinco sustratos usados en la aclimatación de  
*Phalaenopsis* en invernadero.**

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

**ING. VIRIDIANA GONZÁLEZ ARIAS**

**ASESORES:  
DR. PEDRO SALDÍVAR IGLESIAS  
DR. CÉSAR VENCES CONTRERAS**

**CAMPUS EL CERRILLO PIEDRAS BLANCAS JUNIO DEL 2018**

---

# INDICE

	pág.
I. INTRODUCCION.....	4
1.1. Clasificación taxonómica.....	5
2.1. Descripción morfológica de la especie.....	5
II. REVISION DE LITERATURA.....	7
2.1. Distribución Geográfica de las Orquídeas.....	8
2.2. Propagación a Gran Escala de las Orquídeas.....	8
III. OBJETIVOS.....	10
3.1. Objetivo general.....	10
3.2. Objetivos específicos.....	10
IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....	11
4.1. Localización del Área de Estudio.....	11
4.2. Material Vegetal.....	12
4.3. Características de los Materiales Utilizados como Sustratos.....	12
4.4. Proceso de Esterilización de Materiales Locales.....	12
4.5. El cultivo de <i>Phalaenopsis</i> .....	13
4.6. Aclimatación.....	13
4.7. Diseño del experimento.....	16
4.8. Variables medidas.....	17
V. RESULTADO PRELIMINARES.....	18
5.1. Daño por frio y sobrevivencia a bajas temperaturas.....	18
5.2. Numero de brotes en raíz.....	20
5.3. Índice de área foliar (IAF).....	20
5.4. Variación entre tratamientos.....	22
VI. DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	23
BIBLIOGRAFIA.....	26

## Lista de cuadros

Cuadro 1. Tratamientos.....	16
Cuadro 2. Daño por frío, manchado de la hoja, quemadura del tejido.....	19
Cuadro 3. Tabla de análisis de varianza.....	22
Cuadro 4. Prueba de medias para el índice foliar en plantas de <i>Phalaenopsis</i> ..	22

## Lista de figuras

Figura 1. Mapa de localización del municipio de San José Villa de Allende, Estado de México.....	13
Figura 2. Plántula agar.....	14
Figura 3. Planta un año.....	14
Figura 4. Estructura planta.....	14
Figura 5. Planta charola polietileno, cerrada evitar bajas temperaturas.....	14
Figura 6. Riego con atomizador para evitar exceso humedad.....	15
Figura 7. Planta etapa de aclimatación las especies más pequeñas.....	15
Figura 8. Rangos de temperaturas máximas y mínimas durante la etapa de aclimatación.....	16
Figura 9. Respuesta de brotación de raíces en <i>Phalaenopsis</i> .....	16
Figura 10. Resultados obtenidos en comparación de medias de IAF.....	17

## I. INTRODUCCION

Las orquídeas son especie de plantas hermosas, extrañas y frágiles, se caracterizan por una difícil domesticación, resultado del fuerte arraigo hacia sus entornos. Las orquidáceas son indicadores del equilibrio entre el desarrollo de la civilización y el respeto a la naturaleza, pues la alteración de un nicho ecológico suele significar, desde la pérdida de una gran cantidad de estas plantas hasta la desaparición de especies endémicas.

EL género *Phalaenopsis*, la orquídea más conocida y comercial, es originario de Indias orientales, de Filipinas, de Indonesia y de Australia, la importancia del cultivo de orquídeas se debe a su alta demanda debido a sus colores para el caso de los híbridos.

Actualmente en el mercado se ofrecen una gran gama de especies como *Cymbidium*, *Catleya* y *Phalaenopsis*, y en el transcurso de los años se han realizado diversas investigaciones tanto para producción a gran escala como para producción de plántula en laboratorios de cultivo de tejidos, que es la manera más rápida y redituable para su reproducción.

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 desarrolle en las condiciones óptimas. Su cuidado requiere mantener un equilibrio entre las condiciones ambientales y el sustrato. Actualmente se puede reproducir en varios invernaderos que cumplan con las condiciones idóneas (Peralta, 2016).

Un factor de suma importancia a considerar es que las orquídeas solo florecen una sola vez al año, siempre por la misma época, en primavera-verano en su hábitat natural, puede tener un solo escapo floral o dos dependiendo de la edad de la planta, y está determinada por factores ambientales tales como la temperatura, humedad e 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 (*Sobralia*) hasta más de tres meses (*Paphiopedilum* y *Phalaenopsis*). Los híbridos artificiales pueden florecer dos o más veces al año (Campbell, 2007).

Otro factor limitante en la producción de *Phalaenopsis* son los sustratos, porque son especies epifitas, aunque se han encontrado estrategias que se han adaptado a otros medios pueden estar en el invernadero durante todo su desarrollo hasta la floración, y posterior a esto cuando el consumidor se lleva la planta es muy difícil

que esta especie vuelva a florecer, la fertilización que se hace en el invernadero es un manejo que se interrumpe.

Varios aspectos agronómicos son los que se deben de tomar en cuenta para crear un plan de manejo de esta especie, lo que llevaría varios años de manejo, alrededor de dos años posteriores al que permaneció en el laboratorio.

Los híbridos pueden resultar un poco más complejo su manejo, pero la ventaja es que la mayoría florece dos veces al año, por lo cual se eligió a un híbrido de *Phalaenopsis* para su aclimatación.

### **1.1. Clasificación taxonómica**

Reino: Plantae

División: Magnoliopsida

Clase: Liliopsida

Subclase: Liliidae

Orden: Asparagales

Familia: Orchidaceae

Género: *Phalaenopsis* (Sagarpa, 2012).

### **2.1. Descripción morfológica de la especie**

**Raíz:** El género *Phalaenopsis sp.* Carece de raíz principal. El conjunto del sistema radicular está formado por raíces secundarias que se originan en el cuello del tallo, estas son adventicias, muy desarrolladas debido a su hábitat natural.

Su función es captar los nutrientes que la planta necesita, también funcionan como elementos de fijación. Las raíces de este género poseen epidermis esponjosa, que van formando varias capas de células muertas en la madurez, también la modificación de su estructura de la pared celular que presenta mayor engrosamiento. Este se conoce como velamen, es una vaina esponjosa y blanquecina que cubre por completo la raíz.

**Tallo:** Este género presenta una base revestido por hojas sésiles caulinares, que tiene un solo punto de crecimiento.

**Hoja:** Son suculentas, con un grosor de tres a cinco milímetros, normalmente aparecen en número de cuatro o cinco, con forma elíptica, oblonga o lanceolada. Suelen ser alternas, agrupándose de manera muy próxima. Según los híbridos varían en tamaño y color. **Flor:** Son hermafroditas raramente unisexuales, en general zigomorfas de simetría bilateral, tiene un racimo floral que posee inflorescencias ramificadas, las flores están compuestas de tres sépalos por lo general uniformes en forma y color, y tres pétalos de los cuales el inferior forma el labelo, generalmente fuertemente

trilobulado, de colores llamativos y con dos apéndices característicos alargados en el ápice, o con cilios o vellosidades o ambos. Los estambres y pistilos están fusionados en una columna corta, lisa. El ovario es alargado y resupinado.

## II. REVISION DE LITERATURA

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 los estambres están fusionados al estilo, al menos en la base (Macz, 1995).

La reproducción de esta especie a gran escala es a través del cultivo *in vitro* de meristemos, 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 las fitohormonas, 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 (Peralta, 2016).

El género *Phalaenopsis* es de clima cálido por lo que la temperatura óptima para su desarrollo es de 16° C mínima y máxima de 28°, aunque pueden tolerar temperaturas de 35° pero con una humedad relativa alta y sombreado y una buena aireación. La luz directa puede ocasionar daños tanto en raíces desnudas como quemaduras en hojas, la iluminación requerida para esta especie es de 1000 lux para aclimatación, de 3 000 a 4000 lux para la floración, si no se propician estas condiciones es probable que presente retardo de floración (Peralta, 2016).

Los sustratos para cultivar *Phalaenopsis* tienen que ser de textura liviana y de densidad baja o intermedia, lo cual facilita un buen crecimiento de raíces. Hoy en día podemos encontrar una gran gama de sustratos para orquídeas pero el más utilizado es la fibra de coco, estas especies, prefieren tener las raíces constantemente húmedas y por tanto es importante el riego ya que condiciones de baja humedad estresarían a la planta. En invierno los riegos deben ser semanalmente, debido a que es una especie que no tiene como almacenar humedad debe mantenerse al 70% y puede aplicarse por medio de aspersores ya que la falta de agua provoca una concentración en el sustrato de los elementos nutritivos (fertilización), volviéndose extremadamente dañinos para la planta. (Peralta, 2016).

## 2.1. Distribución Geográfica de las Orquídeas

Las orquídeas han colonizado prácticamente todo el planeta, a excepción de los polos, desde Siberia hasta la Tierra del Fuego, en altitudes superiores a los 4 500 msnm; por eso se les puede considerar verdaderas plantas cosmopolitas. Las orquídeas epífitas, son propias de bosques tropicales húmedos, secos o semi-desérticos del planeta. Muchas viven adheridas a las rocas de laderas de montañas y otra buena parte adaptada a vivir en desiertos o valles montañosos. Su hábitat varía de acuerdo con su ubicación geográfica: las plantas de regiones frías son terrestres y vivaces; las de regiones cálidas son en su mayoría epífitas, aunque las hay también terrestres (Murguía-González, 2007).

La familia *Orchidaceae* es considerada la más evolucionada del reino vegetal, debido a su complejidad floral, a sus interacciones con los agentes polinizadores y simbiosis con las micorrizas (Cabrera, 1999). 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 (Peralta, 2016).

Las orquídeas con crecimiento monopodial, como el caso de *Phalaenopsis* 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 (Peralta, 2016).

Su manejo se torna difícil debido a que 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).

## 2.2. 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 meristemos *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 (Peralta, 2016).

El género *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 (Conafor, 2011).

Gracias a las condiciones favorables que puede darse a esta especie para su producción en masa se pretende aclimatar el híbrido *Phaelenopsis* que 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 por lo tanto se establecen los siguientes objetivos:

### III. OBJETIVOS

#### 3.1. Objetivo general

Comparar cinco sustratos con respecto a la aclimatación en invernadero de la especie *Phalaenopsis sp.* Con una dosis de fertilización para todo el experimento en las Mesas de San Jerónimo, Municipio de Villa de Allende, Estado de México.

#### 3.2. Objetivos específicos

- Conocer el desarrollo y etapas fenológicas de las plantas de *Phalaenopsis*, su trasplante y mantenimiento.
- Determinar la combinación de sustratos que proporcionó mejor desarrollo vegetativo a la planta.
- Determinar la combinación de sustratos donde se registre mayor supervivencia.

#### IV. MATERIALES Y MÉTODOS

##### 4.1. Localización del Área de Estudio

El presente trabajo se realizó en la localidad de Mesas de San Jerónimo, municipio de San José Villa de Allende, se encuentra a 70 kilómetros hacia el poniente de la ciudad de Toluca, a los 9°23'04" latitud norte, la cabecera municipal se ubica en los 19°22' latitud norte; a 100°09', latitud oeste y con una altura sobre el nivel del mar de 1850, presenta un clima templado y con lluvias en verano (cw), con una precipitación pluvial promedio de 1,000 mm, reportando una temperatura promedio anual de 16° a 18°C (Inadef, 2018).

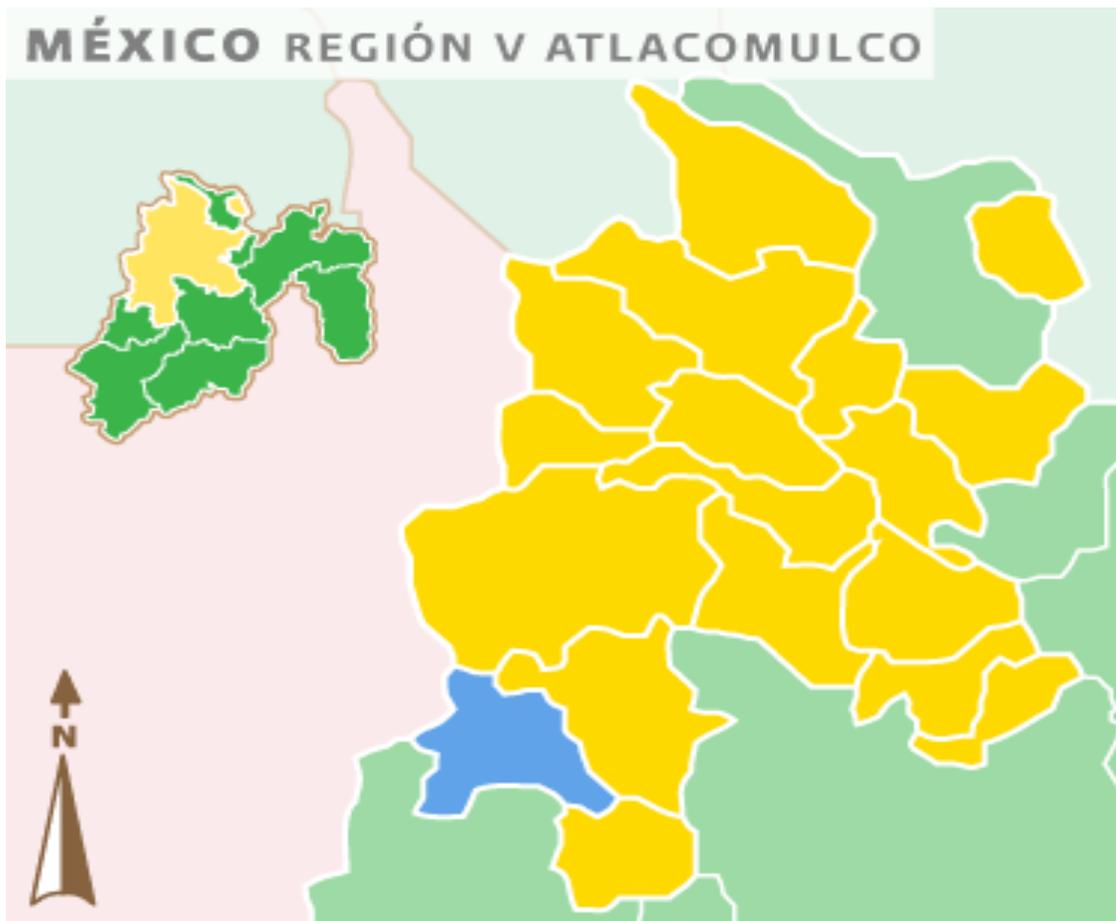


Figura 1. Mapa de localización del municipio de San José Villa de Allende, Estado de México.

## **4.2. Material Vegetal**

Se utilizaran plantas de *Phaellenopsis sp*, obtenidas en el laboratorio de cultivo de tejidos de la Facultad de Ciencias Agrícolas a partir de semillas de plantas ubicadas en el invernadero 3. Las plantas fueron elegidas al azar, 50 plantas de un año de vida y para su aclimatación se trasladaron a un invernadero, para dar las condiciones óptimas y valorar el desarrollo vegetativo.

## **4.3. Características de los Materiales Utilizados como Sustratos**

Musgo. Sus propiedades de absorción de agua y la retención de nutrientes son esenciales para la sanidad de las plantas, también libera compuestos antibacterianos ácidos, evitando la proliferación de bacterias, y las plantas pueden crecer sin enfermedades de raíz.

Corteza de encino. Es un medio de cultivo que las orquídeas buscan para su desarrollo de manera natural, presenta buen drenaje y aireación. El tamaño del material debe ser uniforme, de 2 a 4 centímetros.

Sustrato comercial Vigoro ®. Sustrato especializado para orquídeas, es una mezcla formulada con corteza de pino y turba de *Spragnum canadienses*. Contiene una relación de materia orgánica ideal para la producción de humus, garantizando así el contenido de carbono y nitrógeno necesarios para el desarrollo.

Carbón: Material químicamente inerte, tiene una alta absorción, óxidos de aluminio, que hay muchos en suelos tropicales y que inhiben el crecimiento del sistema de raíz de la planta, posee una gran porosidad, tiene la propiedad singular de retener el nitrógeno del aire y convertirse en la forma accesible para las plantas, es una herramienta antibacteriana y antiparasitaria para las plantas, elimina los residuos de plaguicidas del suelo, aumenta el acceso de oxígeno a las raíces de las plantas.

Tepojal. Material de origen volcánico recubierto de arcilla, su pH es neutro, tiene la propiedad de oxigenar y de esta manera evitar pudrición de raíces; se extrae del subsuelo, es preferida por la mayoría expertos.

## **4.4. Proceso de Esterilización de Materiales Locales**

Se colectó la corteza de encino, y musgo, la corteza se esterilizó en agua hirviendo durante 5 minutos para eliminar cualquier patógeno existente. Se puso a secar y enfriar, después se procedió a mezclar los materiales de acuerdo a las cantidades requeridas para cada tratamiento. Para el caso del musgo no se puede desinfectar, solo se colocó en una solución de Benlate al 1%, y el tepojal para eliminar hongos que pudiesen estar presentes y puedan causar algún daño en las raíces de las plantas.

Las plantas también tuvieron un tratamiento en la solución de Benlate ® para evitar llevar algún residuo de hongos en la raíz y contaminar el sustrato.

#### **4.5. El cultivo de *Phalaenopsis***

Etapa 1. Proceso de Trasplante en charolas polietileno. 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 utilizó material orgánico-fibra de coco en charolas de polietileno transparente para comenzar su aclimatación fuera del laboratorio de tejidos.

- Se colocó la fibra de coco en charolas de polietileno transparente.
- Se extrajeron las plántulas del medio de cultivo (frascos con agar).
- Se procedió a enjuagar las raíces de la planta en un contenedor de agua, para eliminar raíces muertas y limpiar el agar residual.
- Se colocaron las plantas en un contenedor con Benlate ® (1:1000) para eliminar cualquier impureza durante 3 minutos.
- Se colocó la planta en sustrato de fibra de coco en el laboratorio para enviarlas al invernadero ya en charolas de polietileno.
- Se humedeció el sustrato y la planta con un aspersor para que esta pueda absorber el agua.
- Durante este mes de aclimatación se colocó una solución nutritiva de agua de coco a razón de 100ml/L.

#### **4.6. Aclimatación**

La especie de *Phalaenopsis* se estableció en un microtúnel en la localidad de Mesas de San Jerónimo Municipio de Villa de Allende, Estado de México.

Características del microtúnel. Son pequeñas estructuras, sencillas, de fácil instalación y económicamente accesibles, la estructura de este es de PTR, plástico calibre 720, blanco, esta pantalla provee protección temporal al cultivo. En general, son utilizados para proteger los cultivos en sus primeras etapas, contra los agentes climáticos, y algunas plagas y enfermedades.

La estructura del microtúnel está conformada por una hilera de arcos (6) entre los cuales se tiende la malla, lo cual facilita su apertura durante las horas diurnas. Poseen una altura 4 metros, cubriendo una o más hileras de cultivo. (Sedagro, 2015).

Las especies con las que se trabajó estaban en medio de cultivo in vitro como se muestra en la Figura 2, la planta que se usó para el experimento tenía un año de edad como se muestra en la Figura 3 y estructuralmente la planta constaba de dos hojas caulinares como se muestra en la Figura 4.



Figura 2. Plántula agar



Figura 3. Planta un año



Figura 4. Estructura planta

- Las plantas se colocaron en charolas de polietileno como se observa Figura 4.
- La primera semana se mantuvieron completamente cubiertas con una manta blanca para evitar el daño por el sol.
- La incidencia de luz es de 5000 lux lo que era completamente dañino para las plantas.
- Se comenzaron a abrir únicamente cada vez que se les regaba con un aspersor.
- A los diez días se comenzaron a abrir todo el día ya que algunas plantas presentaron exceso de humedad en la charola.
- Se les aplicó fungicida Benlate® para eliminar la pudrición que llegaron a presentar algunas plantas en la raíz, a razón de 1:1000.
- A los 7 días se les aplicó agua de coco como fuente de nutrición.
- Se logró mantener una temperatura mínima de 9° para las hojas de la planta ya que con el frío los bordes de la plata presentaron quemaduras a los 3 °C.
- Cuando la temperatura bajo a 7 grados, la charola individual de cada orquídea no se abrió durante el día para mantener una temperatura mayor a la del invernadero como se muestra en la Figura 6 y 7.



Figura 5. Planta charola polietileno, cerrada evitar bajas temperaturas.



Figura 6. Riego con atomizador para evitar exceso humedad.



Figura7. Planta etapa de aclimatación las especies más pequeñas.

Durante este periodo de aclimatación se tomaron datos de temperatura máxima y mínima y humedad relativa a partir del 18 de noviembre del 2017, como se muestran en la Figura 8.

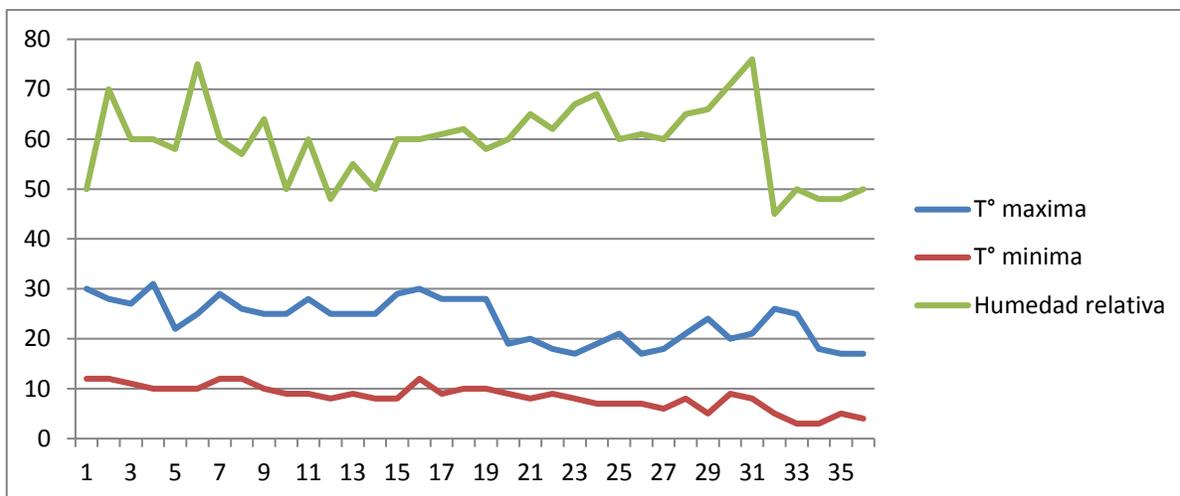


Figura 8. Rangos de temperaturas máximas y mínimas durante la etapa de aclimatación.

En la etapa de aclimatación la temperatura no favoreció este experimento ya que las bajas temperaturas presentadas, aumentaron el índice de mortalidad ya que hubo pérdida de 12 plantas para todo el experimento y la planta se estreso al grado de presentar quemaduras en los bordes de las hojas como se muestra en el cuadro 1.

Etapa 2. Trasplante en maceta. Para esta etapa se valoraron los mejores sustratos que se tuvieran en la zona para hacer la comparación con el sustrato comercial Vigoro ® para el cultivo de orquídeas, las plantas después de pasar por la etapa de aclimatación, se trasplantó bajo un diseño completamente al azar con cinco tratamientos, como se muestra en el cuadro 1.

A todo el experimento se les aplico fertilización con Nutrigarden ® (17-17-17), a dosis de 0.5 g/ L agua para evitar quemaduras ya que es muy sensible esta especie, durante el riego se aprovechaba para aplicar el fertilizante, el riego se hizo semanalmente pero la fertilizacion fue mensualmente.

#### 4.7. Diseño del experimento

- El experimento se realizó completamente al azar, con cinco tratamientos y diez repeticiones.

Cuadro 1. Tratamientos

T1	T2	T3	T4	T5
Carbón10%	Carbón15%	Carbón 20%	Sustrato	Carbón 10%
Musgo 20%	Musgo 15%	Musgo 20%	especializado	Musgo 20%
Tepojal 30%	Tepojal 20%	Tepojal 20%	100%	Sustrato
Corteza 50%	Corteza 50%	Corteza 50%		especializado70%

#### **4.8. Variables medidas**

- Daño por frío y sobrevivencia a bajas temperaturas

Esta variable se midió de acuerdo al porcentaje de daño que presentaba la hoja en los bordes, debido a las bajas temperaturas esta escala fue empírica únicamente se determinó el porcentaje de daño y las plantas que ya presentaban pérdida total.

- Numero de brotes en raíz

Esta variable se midió haciendo observaciones semanales para ver cuantos brotes podía emitir durante la etapa de desarrollo, ya que cualquier desarrollo aunque fuera mínimo se registraba para poder tener datos al momento de hacer la comparación de tratamientos.

- Índice de área foliar (IAF)

Esta variable se midió por medio del modelo matemático de medidas lineales de una lámina foliar, como largo y ancho de la hoja. Esta variable es una de las más importantes para el estudio de crecimiento y desarrollo de las plantas ya que está relacionada con la mayoría de los procesos fisiológicos de la planta (Chacón, 2016).

## V. RESULTADO PRELIMINARES

### 5.1. Daño por frío y sobrevivencia a bajas temperaturas

Las plantas presentaron un crecimiento mínimo debido a las bajas temperaturas que se presentaron durante la etapa de aclimatación como se muestra en el Cuadro 2. Esta etapa se tornó crítica debido a que las temperaturas invernales no ayudaron mucho para mayores resultados en este experimento.

Por otro lado, se reporta que la temperatura a donde la planta se mantuvo fue a 10 °C, no se presentó pérdida de hojas, que madura en hojas o pérdida total de la planta, aunado a esto la planta detuvo por completo su crecimiento esto hace que los resultados sean muy pocos y no tan marcados (anexo 1).

Esta variable se midió de acuerdo al porcentaje de daño que presentaba la hoja en los bordes, debido a las bajas temperaturas registradas las plantas sufrieron quemaduras en las hojas a temperatura de 3°C como se muestra en el Cuadro 2. Según el valor se hizo una tabla donde las plantas que sobrevivieron se clasificaron de acuerdo al daño sufrido en la hoja, para el caso de cero daños se reportan 10 individuos, para el valor de daño uno fueron 21 individuos, 8 individuos presentaron daño dos y 11 individuos en total se perdieron durante este experimento.

Cuadro 2. Daño por frío, manchado de la hoja, quemadura del tejido.

Valor del daño	Porcentaje de daño en hoja	
0	0-10%	
1	11- 30%	
2	31-50%	
3	Pérdida total	

## 5.2. Numero de brotes en raíz

Los diferentes tratamientos se manejaron a la misma dosis de fertilización, aunque el tratamiento dos presento un mayor vigor de la planta los demás tratamientos de igual manera se mantuvieron, únicamente el tratamiento tres no presento avances como se muestra en la figura 5.

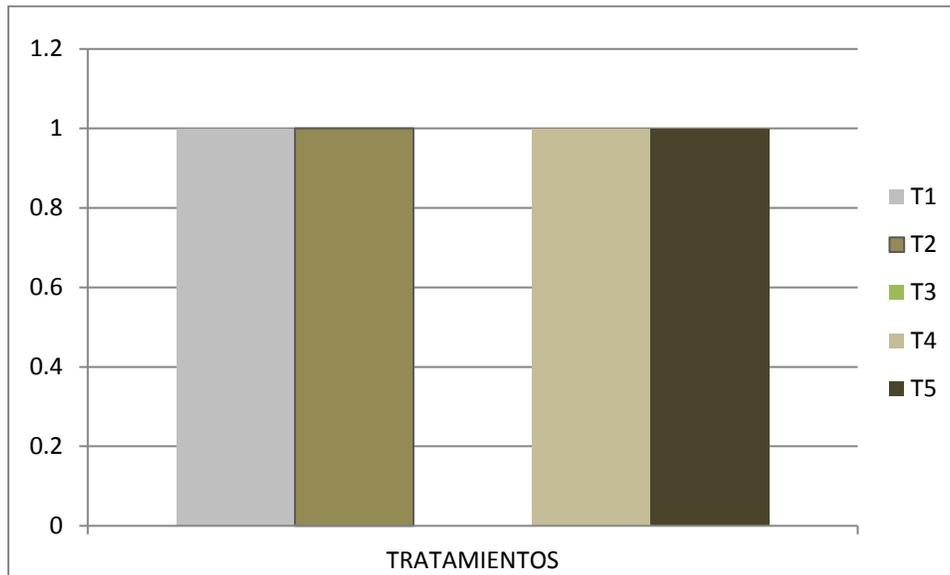


Figura 9. Respuesta de brotación de raíces en *Phalaenopsis*.

## 5.3. Índice de área foliar (IAF)

Este índice de área foliar se tomó con la finalidad de observar y medir una variable para corroborar los datos de crecimiento de las plantas de *Phalaenopsis* y empíricamente poder tener un resultado con el uso de fertilización en los cinco tratamientos como se muestra en la Figura 10, donde el índice se mantiene en cada planta que desarrollo, las que se perdieron como es el caso del T2 las plantas que sobrevivieron presentaron un mayor índice de área foliar porque las plantas desde que se establecieron ya tenían este mayor índice, debido a que el crecimiento es muy lento las plantas pueden permanecer por más de medio año únicamente con la presencia de las dos hojas. Para el tratamiento uno se perdieron dos individuos.

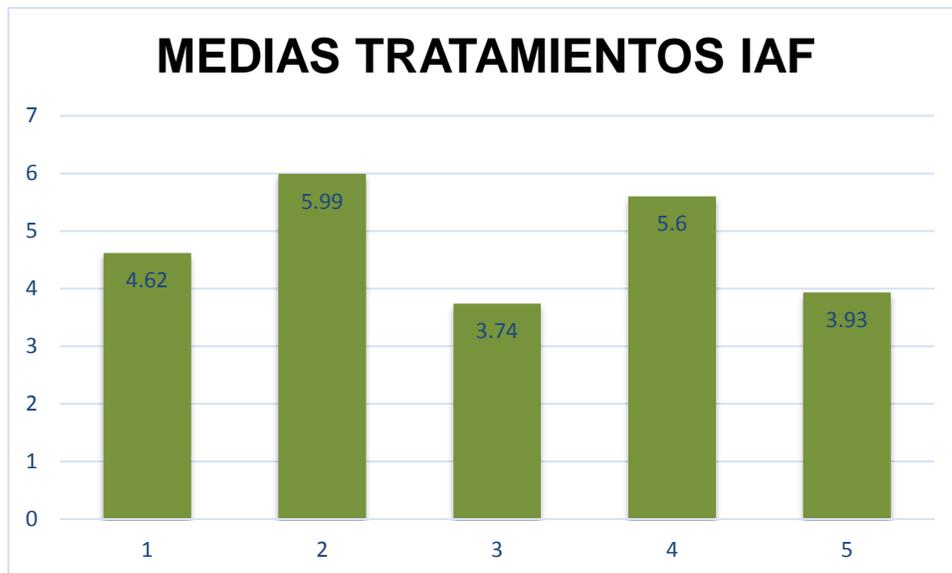


Figura 10. Resultados obtenidos en comparación de medias de IAF.

Para el caso del tratamiento dos se vio favorecido, pero en los datos expresados la pérdida de ejemplares debido a las bajas temperaturas es esta tratamiento se perdieron dos individuos (Figura 10).

Para el tratamiento tres fue el que mayor pérdida de individuos presento por lo cual el 70% de las plantas fueron las que se reportan como se muestra en la Figura 10, por ello todos los tratamientos se vieron afectados por la pérdida de dos individuos para el caso del T3 tres individuos se perdieron.

La Figura 10 muestra que el crecimiento del area foliar no es tan significativo y es minimo lo que se observo es que mientras las plantas sobrevivan despues de aclimatarlas el crecimiento se puede tornar lento pero fisicamente una planta puede presentar mayor grosor en una hoja que para este caso no se puede medir ya que los metodos invasivos requieren del corte o sacrificio de las plantas. Para este tratamiento se perdieron dos individuos por las bajas temperaturas.

Para el tratamiento cinco, aunque se tuvieron pérdidas de dos individuos el 80% de las plantas se mantuvieron con un área foliar sin crecimiento muy rápido, como se muestra en la figura 10, pero no obstante las plantas pueden seguir desarrollando pese a las condiciones no tan favorables que se observaron durante este experimento.

Al hacer la observación de medias de los cinco tratamientos que se realizaron cada tratamiento, para el caso del tratamiento dos la media de IAF es de 5.99 el valor más alto por ello se dice que el tratamiento que mostro mejor resultados fue el dos seguido por el tratamiento cinco, donde se reportó que son los que menor daño por frio sufrieron y donde la perdida de individuos fue de dos. El tratamiento tres presenta el menor IAF reportando 3.74, lo cual nos dice que este valor disminuye drásticamente por la pérdida de tres individuos durante el experimento.

#### 5.4. Variación entre tratamientos

Se realizó una prueba de varianza entre cada tratamiento para ver si era o no homogénea. La variabilidad que se presentó entre tratamientos es mínima según los resultados comparados.

Según los tratamientos y el modelo lineal que se usó para el experimento no existe diferencia significativa entre los tratamientos.

Por otro lado, cabe destacar que derivado de las pruebas de medias el tratamiento 2 es el único que tiene diferencia entre el demás tratamientos debido al porcentaje de musgo y corteza que se colocó en los tratamientos 1, 3, 4 y cinco, como se muestra en el cuadro 4.

Cuadro 3. Tabla de análisis de varianza.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Valor de F-	Pr > F
Tratamientos	4	36.11160714	9.02790179	10.96	<.0001
Error	34	28.00839286	0.82377626		
Total corregido	38	64.12000000			

Media General= 4.776

R-cuadrada = 0.563188

Coef. de variación = 15.92318

Cuadro 4. Prueba de medias para el índice foliar en plantas de *Phalaenopsis*.

Tratamiento	I A F (cm <sup>2</sup> )	No. observaciones
2	7.4875 a	8
1	5.7750 b	8
3	5.3429 b	7
4	4.9375 b	8
5	4.9125 b	8

Diferencia mínima significativa =0.00995

Medias con la misma letra no son significativamente diferentes  $\alpha= 0.05$

## VI. DISCUSIONES Y RECOMENDACIONES

- Las plantas utilizadas fueron muy sensibles a la temperatura ya que durante el experimento se perdieron el 20% de las plantas debido a las bajas temperaturas.
- Si la planta está recibiendo la cantidad de luz necesaria, el color de sus hojas será, verde brillante, cuando se tornan amarillas, se debe al exceso de luz.
- Un pH adecuado para las orquídeas de 7, no se presentó exceso de sales en el sustrato de los diferentes tratamientos.
- Durante la aplicación de fertilizante la recomendación era de un gramo por litro, pero para evitar quemadura en las raíces por el exceso de nitrógeno se redujo a 0.5 g/L, realizándolo únicamente cada dos veces por mes, lo cual evito el daño a las plantas. El daño por exceso de nutrientes se presenta en raíces, las puntas suelen presentar coloración negra como si fuera el caso de daño por algún hongo (Sagarpa, 2015).
- En nuestro país los principales productores de *Phalaenopsis* es Morelos, Veracruz, Puebla, Estado de México.
- *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.
- Por esta razón se propone buscar otras alternativas de menor costo para aclimatación de esta especie, ya que constituye una ventaja para su producción a escala comercial, considerando que actualmente existe un mercado bastante grande para la comercialización de este tipo de cultivo.
- El monitoreo diario del porcentaje de humedad y temperatura es fundamental para la programación del riego y evitar el brote de virus, bacterias y enfermedades son comunes cuando la temperatura disminuye y la humedad aumenta.
- Como lo menciona SAGARPA (2015), un buen manejo del cultivo de *Phalaenopsis* es fundamental para un óptimo desarrollo de esta especie ya que es demandante en humedad y temperatura durante sus diferentes etapas de desarrollo, conocer las medidas necesarias para llevar un proyecto de producción y comercialización rentable y de fácil manejo para

transferencia de tecnología trabajando con materiales de la zona donde se establecerá el proyecto y que al finalizarlo la respuesta se vea reflejada en las ganancias totales.

Anexo 1. Observaciones del crecimiento de la planta durante la etapa de desarrollo.

SEMANAS	T1	T2	T3	T4	T5
4	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
8	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Crecimiento raíz
12	Crecimiento raíz 0.3-0.5 mm	Ninguna	Ninguna	Crecimiento raíz 0.3-0.5 mm	Crecimiento raíz 0.3-0.5 mm
	Desarrollo de hoja 0.3- 0.5mm	Ninguna	Ninguna	Desarrollo de hoja 0.3- 0.5mm	Desarrollo de hoja 0.3- 0.5mm
16	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna	Ninguna
20	Coloración Verde mas intenso	Amarillamiento	Amarillamiento	Coloración Verde mas intenso	Amarillamiento

## BIBLIOGRAFIA

- Campbell, E. (2007). *Orchidaceae*. Tercera edición. Sinauer Associates. Sunderland, Massachusetts.
- Cabrera, C. T. 1999. *Orquídeas de Chiapas*. México, D.F.
- Chacón, V. J. I. 2016. *Apuntes Maestría Fisiología*. Universidad Nacional de Tachira. 28 pp.
- Conafor, 2011. *Manual de propagación de orquídeas*. 51p.
- Font, P. (1982). *Diccionario Botánico octava reimpresión*. Editorial Labor S.A. Barcelona, España.
- Macz, O. (1995). *Manual para propagación de orquídeas in vitro*. Universidad Rafael Landívar. Guatemala, Guatemala.
- Sotz'il, L. 2010. *Propagación de orquídeas endémicas*. Universidad Agronómica de Guatemala. 38 pp.
- Peralta M. A., 2016. *Manejo agronómico de Phalaenopsis sp., en maceta, bajo invernadero*. Universidad Agronómica de Guatemala. 45 p.
- Munguía, G. 2007. *Proyecto producción Phalaenopsis sp.* México D.F. 123 pp.
- Sagarpa, 2016. *Manual de producción de orquídeas*. México D.F. 55 pp.
- Sagarpa, 2015. *Estado actual y potencial de la micro propagación en Morelos*. Morelos. 88 pp.