

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

**ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CLAVEL CHINO**  
(*Dianthus Chinensis*, Caryophyllaceae) EN SUSTRATOS DE DIFERENTES  
PROPORCIONES DE TURBA Y ARENA VOLCÁNICA, EN JALAPA  
TESIS DE GRADO

**LOURDES MARIA BARILLAS LECHUGA**  
CARNET 11408-05

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2015  
CAMPUS CENTRAL

**UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR**  
FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS  
LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA

ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CLAVEL CHINO  
(*Dianthus Chinensis*, Caryophyllaceae) EN SUSTRATOS DE DIFERENTES  
PROPORCIONES DE TURBA Y ARENA VOLCÁNICA, EN JALAPA  
TESIS DE GRADO

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

POR  
**LOURDES MARIA BARILLAS LECHUGA**

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA AGRÓNOMA CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA EN EL GRADO  
ACADÉMICO DE LICENCIADA

GUATEMALA DE LA ASUNCIÓN, NOVIEMBRE DE 2015  
CAMPUS CENTRAL

## **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. JULIO ROBERTO GARCÍA MORÁN

## **NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN**

ING. JORGE ALBERTO MENÉNDEZ EVANS

## **TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN**

MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

ING. LUIS ROBERTO AGUIRRE RUANO

ING. WILLIAM MALDONADO DÁVILA

Guatemala, 06 de septiembre de 2015

Consejo de Facultad  
Ciencias Ambientales y Agrícolas  
Presente

Estimados miembros del Consejo:

Por este medio hago constar que he asesorado el trabajo de graduación del estudiante Lourdes María Barillas Lechuga, carné 11408-05, titulada: "Efecto de diferentes proporciones de turba y arena volcánica, sobre el enraizamiento de esquejes del cultivo de clavel chino (*Dianthus chinensis*, *Caryophyllaceae*) en Jalapa Guatemala".

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

Atentamente,



Ing. Jorge Alberto Menéndez Evans, MSc.

Código URL 25060



### Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante LOURDES MARIA BARILLAS LECHUGA, Carnet 11408-05 en la carrera LICENCIATURA EN CIENCIAS AGRÍCOLAS CON ÉNFASIS EN GERENCIA AGRÍCOLA, del Campus Central, que consta en el Acta No. 06125-2015 de fecha 14 de octubre de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CLAVEL CHINO  
(*Dianthus Chinensis*, Caryophyllaceae) EN SUSTRATOS DE DIFERENTES  
PROPORCIONES DE TURBA Y ARENA VOLCÁNICA, EN JALAPA

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

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 5 días del mes de noviembre del año 2015.

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



## **AGRADECIMIENTOS**

A mi asesor Ing. Jorge Alberto Menéndez Evans, MSc por su valiosa asesoría, revisión y corrección de la presente investigación.

A Finca Floricultura & Cia. Ltda., Jalapa, Guatemala, por permitirme realizar mi trabajo de investigación.

## DEDICATORIA

A

Dios (de su devoción):       agradeciendo el don de la vida y haberme permitido con su bendición realizar una de las metas más importantes en mi vida.

Mis Padres:                   por darme su apoyo incondicional en todo momento, ser mi guía y ejemplo para lograr mis metas.

Mis hermanos:               por su ejemplo a ser mejores personas, amor y apoyo para lograr mis objetivos.

Mis abuelitos: por sus enseñanzas y ternura.

Mis amigos:                   por transmitirme su alegría y buenos momentos vividos a lo largo de nuestra carrera.

## INDICE

	<b>Página</b>
RESUMEN	i
SUMMARY	ii
I. INTRODUCCIÓN	1
II. MARCO TEÓRICO	2
2.1 Antecedentes	2
2.2 Dianthus chinensis	3
2.2.1 Origen del cultivo de clavel chino (Dianthus chinensis)	3
2.2.2 Clasificación taxonómica	3
2.2.3 Descripción morfológica	4
2.2.4 DC1	4
2.2.5 DC2	4
2.3 Particularidades del cultivo	5
2.3.1 Multiplicación	5
2.3.2 Propagación	5
2.3.3 Floración	5
2.3.4 Pinzamientos o podas	6
2.4 Cultivo sin suelo	6
2.5 Esquejes	6
2.5.1 Plantas madres	7
2.5.2 Tipo de Esquejes	7

2.6	Reguladores de enraizamiento	8
2.7	Condiciones ambientales para enraizamiento de esquejes	8
2.7.1	Agua	8
2.7.2	Temperatura	9
2.7.3	Luz	9
2.8	Sustrato	9
2.8.1	Características de los sustratos	10
2.8.2	Propiedades de los sustratos	10
2.8.3	Tipos de sustratos	11
2.9	Escoria volcánica	12
2.9.1	Características	12
2.10	Turba	12
2.10.1	Características	13
2.10.2	Ventajas	13
2.11	Cultivo de invernadero	13
2.11.1	Túnel de enraizamiento	14
2.11.2	Labores culturales	14
III.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
3.1	Planteamiento del problema y justificación del problema	15
IV.	OBJETIVOS	17
4.1	General	17
4.2	Específicos	17
V.	HIPOTESIS	18

VI. METODOLOGIA	19
6.1 Localización del trabajo	19
6.2 Material experimental	20
6.3 Factores a estudiar	20
6.4 Descripción de los tratamientos	20
6.5 Diseño experimental	21
6.6 Modelo estadístico	22
6.7 Unidad experimental	22
6.8 Croquis de campo	23
6.9 Manejo del experimento	24
6.9.1 Origen de los esquejes	24
6.9.2 Extracción de esquejes	24
6.9.3 Almacenamiento de esquejes	24
6.9.4 Preparación de sustratos	25
6.9.5 Aplicación de hormonas de enraizamiento	25
6.9.6 Plantado de esquejes en bandejas	25
6.9.7 Bancas de enraizamiento	26
6.9.8 Manejo de sombras	26
6.9.10 Micro aspersion	26
6.9.11 Riego	26
6.9.12 Fertilización	26
6.8.13 Días de plantado a lograr pilón	27
6.10 Variable de respuesta	27
6.10.1 Peso seco de raíz (g)	27
6.10.2 Peso seco parte aérea (g)	27

6.10.3	Número de plantas inducidas	27
6.10.4	Porcentaje de raíces mayor a 1 cm	27
6.10.5	Porcentaje de presencia de callos	28
6.11	Análisis de información	28
6.11.1	Análisis estadístico	28
VII.	RESULTADO Y DISCUSIÓN	29
7.1	Efectos generales para las variables de respuesta	29
7.2	Peso seco de raíz	30
7.3	Peso seco parte aérea	33
7.4	Número de pilones inducidos	35
7.5	Porcentaje de raíz mayor a 1 cm	37
7.6	Porcentaje presencia de callos	40
VIII.	CONCLUSIONES	42
IX.	RECOMENDACIONES	43
X.	BIBLIOGRAFIA	44
XI.	ANEXOS	48

## INDICE DE CUADROS

<b>Contenido</b>		<b>Página</b>
Cuadro 1.	Clasificación del clavel.	3
Cuadro 2.	Descripción de tratamientos.	21
Cuadro 3.	Resumen integrado de los análisis de varianza para cada variable de respuesta, Finca Santa Clara.	29
Cuadro 4.	Análisis de varianza de la variable de respuesta peso seco de raíz, en Finca Santa Clara.	30
Cuadro 5.	Resumen de la prueba de Tukey para la separación de las medias de la variable de respuesta peso seco de raíz.	31
Cuadro 6.	Análisis de varianza de la variable de respuesta peso seco de parte aérea, en Finca Santa Clara.	33
Cuadro 7.	Resumen de la prueba de Tukey para la separación de las medias de variable variedad.	35
Cuadro 8.	Análisis de varianza de la variable de respuesta número de pilones inducidos, Finca Santa Clara.	36
Cuadro 9.	Resumen de la prueba de Tukey para la separación de las medias de variable variedad.	37
Cuadro 10.	Cronograma de actividades.	48

## INDICE DE FIGURAS

<b>Contenido</b>	<b>Página</b>
Figura 1. Geoposición del Finca Santa Clara.	19
Figura 2. Unidad experimental.	23
Figura 3. Croquis de campo.	23
Figura 4. Peso en gramos de raíces.	31
Figura 5. Peso en gramos parte aérea.	33
Figura 6. Porcentaje de raíces mayores a un centímetro. Variedad CD1.	38
Figura 7. Porcentaje de raíces mayores a un centímetro. Variedad CD2.	39
Figura 8. Porcentaje de presencia de callos. Variedad CD1.	40
Figura 9. Porcentaje de presencia de callos. Variedad CD2.	41
Figura 10. Pilonos de clavel, variedad DC1.	49
Figura 11. Bandeja utilizada para pilones.	49
Figura 12. Raíces mayores a 1 cm. Plántulas de clavel.	49
Figura 13. Lote de selección de esquejes (Dianthus Chinensis).	50
Figura 14. Increase block (lote de plantas madres de Dianthus Chinensis).	50
Figura 15. Bandejas sembradas de variedades de clavel (variedad CD1).	51
Figura 16. Bandejas sembradas de variedades de clavel (variedad CD1).	51
Figura 17. Plantas de clavel desarrolladas utilizadas para esquejes y semillas.	51

ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES DE CLAVEL CHINO (*Dianthus chinensis*,  
Caryophyllaceae) EN SUSTRATOS DE DIFERENTES PROPORCIONES DE TURBA  
Y ARENA VOLCÁNICA, EN JALAPA

**RESUMEN**

El presente estudio evaluó el efecto de diferentes proporciones de turba y arena volcánica sobre el desarrollo de plantas y raíces del cultivo clavel chino (*Dianthus chinensis*). La investigación fue realizada en los invernaderos de finca Floricultura y Cia. Ltda. en Jalapa, Guatemala. Se utilizó un diseño en bloques al azar en arreglo factorial tres por dos, con 10 tratamientos y tres repeticiones, para dos variedades (DC1, DC2). Los tratamientos evaluados fueron: 100 % peat moss; 50% peat - 50% escoria fina (0.25 a 2 mm); 100 % escoria fina (0.25 a 2 mm); 50% escoria (3 mm - 1/8") 50% escoria fina (0.25- 2 mm); 100 % escoria (3 mm - 1/8"). Las variables estudiadas fueron: peso seco de raíz, peso seco parte aérea, número de plantas inducidas, porcentaje de raíces mayor a 1cm y porcentaje de presencia de callos. Se realizó un análisis de varianza. Se encontró diferencias significativas entre los 10 tratamientos para: peso seco de raíz, peso seco parte aérea, número de pilones inducidos. También se evaluó mediante porcentaje, la cantidad de raíz mayor a 1cm y presencia de callos. Se concluyó que el mejor tratamiento fue el de 50% peat moss - 50% escoria fina, y se determinó que la mejor variedad fue la DC1.

ROOTING CUTTING OF CHINESE CARNATION (*Dianthus chinensis*,  
Caryophyllaceae), ON MEDIA OF DIFFERENT PROPORTIONS OF PEAT MOSS  
AND VOLCANIC SAND, IN JALAPA

**SUMMARY**

This study assessed the effect of different portions of peat moss and volcanic sand on root development in Chinese carnations (*Dianthus chinensis*). Research was carried out in the greenhouses of the farm "Floricultura y Cia. Ltda.", in Jalapa, Guatemala. The design used was that of random blocks in a three by two factorial arrangement, with 10 treatments and three repetitions for two assessed varieties (DC1, DC2). The assessed treatments were: 100% peat moss; 50% peat moss and 50% fine cuttings (0.25- 2mm); 100% fine cuttings (0.25 - 2 mm; 50% cuttings measuring (3mm- 1/8") and 50% fine cuttings (0.25 - 2mm); 100% cuttings (3mm - 1/8"). Variables under study were: root dry weight, above-ground dry weight, number of induced seedlings, root percentage greater than 1cm and callus presence percentage. Variables were assessed through the analysis of variance. These analyses showed significant differences between the ten different treatments for: root dry weight, above-ground dry weight, number of induced seedlings, root percentage greater than 1cm, callus presence percentage, thus statistically concluding that the best treatment was 50% peat moss and 50% fine cuttings. It was also determined that the most promising variety was DC1.

## I. INTRODUCCION

Según Agexpront, (2007) en Guatemala se registran más de 100 empresas productoras de plantas ornamentales, flores, follaje y en igual cantidad exportadoras. Las flores y plantas ornamentales han alcanzado un importante dinamismo en los últimos 10 años con un crecimiento anual que asciende a US\$46 millones.

La implementación de tecnología, cambios científicos y tecnológicos ha caracterizado a la actividad agrícola en Guatemala, busca mejorar los rendimientos y la utilización eficiente de los recursos con los que se cuenta. La sustitución de los cultivos tradicionales por el cultivo en sustratos ha tenido auge en la industria agrícola floral, lo cual ha generado la necesidad de investigar sobre su utilización en las plantaciones para poder cubrir la demanda en obtener plantas precoces y productivas (Calderón, 2000).

FLORICULTURA & CIA. LTDA. Es una empresa que tiene como uno de sus principales cultivos el clavel (*Dianthus chinensis*), el cual tiene como propósito principal la producción de semilla híbrida bajo invernadero para exportación. El material parental para la producción de semillas es cultivado en macetas, para producir esquejes, los cuales se enraízan en sustratos para la adquisición de pilones parentales de calidad, que serán trasplantados a los invernaderos de hibridación, para la obtención de semilla.

Por la importancia de este proceso la presente investigación busca encontrar qué tipo de sustrato es el adecuado para una mayor eficiencia en el enraizamiento de esquejes, buen desarrollo foliar y eficiencia en el tiempo para trasplantar los pilones; y con ello obtener un incremento en la producción de semilla.

Actualmente Estados Unidos posee el mayor mercado de importación de clavel a nivel mundial y Colombia es el principal proveedor y productor de clavel estándar con más de 4.000 ha dedicadas al cultivo. Es así que en primer lugar están las importaciones Colombianas a USA, después le siguen Ecuador y Guatemala, sin dejar importaciones importantes como la de Marruecos y España en lo que respecta al miniclavel o también llamado clavelina. Holanda es el principal comercializador y distribuidor de clavel en Europa, destacando en los últimos años un descenso de las zonas de cultivo destinadas al clavel y la distribución de sus exportaciones.

## II. MARCO TEORICO

### 2.1 ANTECEDENTES

Las investigaciones realizadas en el enraizamiento de esquejes de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) son muy limitadas. Existen algunas entidades agrícolas internacionales que han elaborado algunas pruebas con sustratos, pero únicamente para el ataque de algún hongo o plaga y en la variedad de Clavel Chino (*Dianthus Caryophyllus*), con el fin de mejorar la rentabilidad de la empresa por las pérdidas económicas que realizan estas enfermedades. También es importante recalcar que las investigaciones han sido elaboradas a nivel de campo o invernaderos pero no en esquejes para la producción de semillas (Hernández, 2002).

Muñoz (2001), evaluó diferentes sustratos en varias proporciones para obtener beneficios en plantaciones de Clavel, (*Dianthus Caryophyllus L.*) a partir de semillas, esta evaluación se realizó en Chile. Se utilizaron dos sustratos fumigados previamente y mezclados en cuatro proporciones distintas, las que se constituyeron como tratamientos. Los sustratos empleados fueron arena y turba de *Sphagnum* los cuales se mezclaron en las siguientes proporciones 100% de arena (tratamiento 1), 50% de arena y 50% de turba (tratamiento 2), 25% de arena y 75% de turba (tratamiento 3), 75% de arena y 25% de turba (tratamiento 4). Los resultados obtenidos de esta investigación concluyen en que la utilización de turba y arena, mezclados proporcionalmente brindan los mejores resultados. El tratamiento 2, 3 y 4 se mostraron como las mezclas de sustratos más eficaces para la propagación sexual de plantas de clavel. Las distintas proporciones de los sustratos incluidas en los tratamientos afectan la germinación y desarrollo inicial de plantas de clavel propagadas sexualmente.

Según Flórez (2005), el proyecto producción más limpia de Rosa y Clavel con dos técnicas de cultivo sin suelo en la sabana de Bogotá, se propuso determinar la efectividad de varias proporciones de sustratos en los cultivos de rosa y de clavel cultivados en cascarilla de arroz quemada (CAQ) (100CAQ), fibra de coco (FC) (100FC para rosa), cascarilla de arroz quemada 65% más fibra de coco 35% (65CAQ) y cascarilla de arroz quemada 35% más fibra de coco 65% (35CAQ + 65FC); en comparación con el sistema de cultivo en suelo. Se concluyó que la utilización de

sustratos para el cultivo de Rosa y Clavel es más eficiente ya que se obtiene mejor crecimiento y desarrollo de las plantas. Algunas limitantes de los productores para la utilización de sustratos que se expusieron en este proyecto es la utilización de componentes importados que incrementa los costos y genera dificultad.

“En el cultivo de la Rosa el sistema sin suelo se ha venido implementando como una alternativa en fincas donde el suelo es limitante para su cultivo. Para el caso del cultivo de clavel el patógeno causante de la marchites vascular (*Fusarium oxysporum* fs. dianthi) es limitante de la producción en suelo, situación que motivó a cultivar el clavel en sistemas hidropónicos abiertos, usando como sustrato la cascarilla de arroz quemada. Estos sistemas de producción han reportado beneficio para los floricultores aumentando los márgenes de productividad y calidad” (Alvarado, 2002).

## 2.2 DIANTHUS CHINENSIS

### 2.2.1 Origen del cultivo de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*)

El clavel tiene su origen en la cuenca del mediterráneo y antiguamente sólo se hallaba como clavel silvestre, el cual tras una gran cantidad de hibridaciones ha llegado a las variedades actuales que hoy conocemos. Lyon alrededor del año 1845 fue el primero que en adaptar a la producción de flor cortada al cultivo del clavel. Más tarde a partir de 1942, William Sim alcanzó por hibridaciones y selecciones claveles que llevan su nombre a los cuales se le denomina: Clavel Sim o Clavel Americano, los que han dado origen al desarrollo de la producción en invernadero y bajo túneles (Montecinos, 2008).

### 2.2.2 Clasificación taxonómica:

Cuadro 1. Clasificación del clavel

REINO	Plantae
DIVISIÓN	Magnoliophyta
CLASE	Magnoliopsida
ORDEN	Caryophyllales
FAMILIA	Caryophyllaceae

SUBFAMILIA	Caryophylloideae
TRIBU	Caryophylleae
GENERO	<i>Dianthus</i>
ESPECIE	<i>chinensis</i>
NOMBRE CIENTIFICO	<i>Dianthus chinensis</i>
NOMBRE COMUN O VULGAR	Clavelina o Clavel Chino

(Fuente: GRIN, 2014).

### 2.2.3 Descripción morfológica

Las especies son sobre todo hierbas perennes, algunas son anuales o bianuales, y algunas son arbustos bajos con numerosos vástagos basales.

Las hojas son opuestas, simples, lineares, gris verdes y a menudo fuertemente glaucas a azul verde. Las flores tienen cinco pétalos, con un margen festoneado típico, y (en casi todas las especies) de color rosa fuerte a rosa pálido. Las hojas son lineares de 0.8-1.5 cm de longitud, planas y blandas, acuminadas y glaucas, con la base envainada (Montecinos, 2008)

### 2.2.4 CD1

Es un híbrido con fuertes y robustos tallos. Es una herbácea perenne, que se trata como anual en los climas fríos del norte. Tiene doble pétalos de un color escarlata con bordes serrados. Las flores salen en una sucesión de tres a cinco brotes por tallo. El follaje es esbelto y en forma de espada de un color gris-verdoso suave (Ball, 1998).

### 2.2.5 CD2

Tiene flores de un blanco de nieve, de 1 a 2 pulgadas (2,5 a 5 cm) de largo, sobre follaje y tallos angostos de un gris-verdoso. Necesitan de buenas condiciones para el crecimiento, un suelo rico y margoso. Los tipos con crestas tienen pétalos externos ondulados más sueltos y pétalos internos o centrales que se levantan formando un penacho o cresta. Esta forma de flor presenta una apariencia muy prolija y

redondeada, con pétalos en apariencia abiertos hacia afuera y abajo desde la parte superior (Ball, 1998).

## **2.3 PARTICULARIDADES DEL CULTIVO**

### **2.3.1 Multiplicación**

Efectuar su multiplicación por medios tanto sexuales como asexual. Tres aspectos importantes que se deben tomar en cuenta en la multiplicación de las plántulas son los siguientes:

- es necesario conocer las manipulaciones mecánicas y procedimientos técnicos, cuyo dominio requiere de cierta práctica y experiencia, siendo. Este aspecto puede considerarse como el arte de la propagación.
- requiere del conocimiento de la estructura y la forma de desarrollo de la planta, lo cual puede decirse que constituye la ciencia de la propagación.
- El conocimiento de las distintas especies o clases de plantas y los varios métodos con los cuales es posible propagar cierras de ella.

Esta puede ser en forma tradicional o mediante el uso de la biotecnología mediante el cultivo en vitro.

### **2.3.2 Propagación**

La propagación del clavel se realiza a través de esquejes, obtenido de empresas dedicadas a la producción de este material certificado, ya que de esta forma se asegura que estén libres de plagas y enfermedades. Hay otras opciones como: micropropagación in vitro y la multiplicación por semilla, pero esta última solo se emplea para las hibridaciones (Herrera, 2004).

El esqueje típico de clavel es un tallo erecto de 10 a 15 cm de largo con 4 a 5 pares de hojas visibles, con un peso aproximado de 10 gramos. Los esquejes pueden ser guardados en envases de cartón encerado a 0° C por varias semanas antes de ser enraizados. El uso de hormonas enraizadoras es muy común. En la propagación del clavel es la sanidad del cultivo es muy importante y se lleva a cabo bajo métodos como el vapor y esterilizantes químicos al inicio y termino del periodo de enraizamiento. Si las plantas madres han tenido una buena nutrición no se considera necesario la aplicación de fertilizantes durante el periodo de enraizamiento (Herrera, 2004).

### 2.3.3 Floración

Según Herrera, (2004) El avance en la tecnología, los cruces realizados entre las especies y variedades han dado a los cultivos de clavel una ventaja competitiva para obtener una floración continua en la mayoría de las especies. El factor temperatura y luz es bastante importante para la calidad de la floración del cultivo de clavel. Las condiciones pueden causar hasta que el proceso de floración se interrumpa.

### 2.3.4 Pinzamientos o podas

Esto permite que las plantas puedan ramificar, dar mayor altura. Deben tener un promedio de dos podas ya que al realizar mayor cantidad esto para la planta puede ser dañino.

- Primer pinzamiento: Se realiza por encima del cuarto, quinto o sexto nudo (dependiendo del cultivar), es decir, de 15 a 20 días después de la plantación.
- Segundo pinzamiento: Se efectúa de 30 a 50 días después, sobre las ramificaciones obtenidas del primer pinzamiento, y por encima del tercer nudo (Montecinos, 2008).

## 2.4 CULTIVO SIN SUELO

La evolución de la agricultura intensiva ha traído consigo el empleo en la actividad agraria de nuevos insumos como son los sustratos de cultivo. Estos medios de producción han resultado básicos para el desarrollo de actividades como semilleros, viveros, horticultura intensiva protegida, etc.

La función de los sustratos de cultivo es sustituir al suelo, permitiendo el anclaje y adecuado crecimiento del sistema radicular de la planta. El suelo, factor de producción esencial en la agricultura, actúa como soporte físico de los cultivos y les proporciona los nutrientes, el aire y el agua que precisan (Calderón, 2000).

## 2.5 ESQUEJES

Es el aislamiento de una yema, junto con una porción de tallo, para obtener un vástago a partir de la yema. Este es el método más natural de propagación vegetativa de las plantas in vitro, ya que también puede aplicarse en vivo. Cada una de las yemas que se encuentran en las axilas de las hojas, idénticas a la del ápice del tallo,

pueden ser aisladas sobre un medio nutritivo, intentándose así su desarrollo in vitro, realizándose los repicados cuando son necesarios. Cuando se obtiene un número suficientemente grande de vástagos, estos son enraizados y finalmente se realiza transferencia al suelo. Un buen esqueje tiene una consistencia no demasiado leñosa ni excesivamente herbácea, posee cinco - seis pares de hojas y un largo que depende de la variedad y oscila de cuatro - cinco hasta ocho - nueve centímetros (Montoya, 2002).

### 2.5.1 Plantas madres

La clave de un buen esqueje es poseer plantas madres de buena calidad, estas deben ser plantas sanas y sostenidas a un manejo distinto en donde se pueda tener garantizada la producción continua de tallos para luego obtener los esquejes que se llevarán a plantar para propagar el resto de plantas. Los brotes pueden ser recolectados cada dos o tres meses. El manejo de las plantas madres debe contener fertilizaciones reguladas y frecuentes, además de un buen seguimiento al riego y a cualquier ataque de plagas (Montoya, 2002).

### 2.5.2 Tipos de Esquejes

Existen diferentes tipos de esquejes para la propagación de plantas de los cuales se pueden mencionar: (Montoya, 2002).

- De hoja: Se trata de cortar una hoja con peciolo y enterrar en tierra esta última parte; no te confíes, porque en realidad es más difícil de lo que parece a primera vista. El nuevo ejemplar puede tardar sobre un mes y medio en aparecer.
- De hoja y tallo: Es similar a la anterior, solo que en esta ocasión se corta un trozo del tallo con la yema axilar de una hoja. El proceso de desarrollo del nuevo ejemplar puede durar de unas semanas a unos meses.
- Tiernos: Se toman de las plantas más jóvenes que no han desarrollado todavía el proceso de lignificación; deben hacerse en primavera o verano, cuando una vez cortados crecerán rápidamente nuevos tallos. Es uno de los sistemas más rápidos y se lleva a cabo en plantas coníferas, perennes y semiarbusivas.

- Semileñosos: También pertenecen a los tallos más jóvenes y suele utilizarse con plantas coníferas, arbustos de hoja caduca o perenne, brezos y plantas trepadoras. La mejor época para extraerlos es de mediados de verano a otoño.
- Leñosos: Forman parte de los tallos más maduros, por lo que lo mejor es hacerlos en las épocas más frescas del año (no hace falta que sea pleno invierno). Estos esquejes tardan más de 6 meses en enraizar y se utilizan en árboles caducos, perennes y en arbustos.
- De Raíz: Consiste en quitar trozos de raíces o brotes de las raíces superficiales (chupones) y enterrarlos en una mezcla de turba y arena. Es bueno para plantas herbáceas de raíz

## **2.6 REGULADORES PARA ENRAIZAMIENTO**

El objetivo de tratar con sustancias reguladoras del crecimiento (hormonas) es aumentar el porcentaje de esquejes que forman raíces y aumentar la uniformidad del enraizamiento. Las sustancias químicas que se han encontrado como más efectivas para estimular la producción de raíces adventicias en esquejes son el ácido indolbutírico y el ácido naftalenacético. El ácido indolbutírico es probablemente el mejor material para uso general debido a que no es tóxico para las plantas en una amplia gama de concentraciones y es efectivo para estimular el enraizamiento en un gran número de especies de plantas (García, 2007).

## **2.7 CONDICIONES AMBIENTALES PARA EL ENRAIZAMIENTO DE ESQUEJES**

Un esqueje que no puede formar raíces en condiciones óptimas, pierde energía inútilmente. A consecuencia de ello toda la estructura de raíces elaborada es peor. Para poder desarrollar su propia energía, la planta necesita sobre todo agua, temperatura y luz, así como otros factores importantes para que enraíen (Montoya, 2002).

### 2.7.1 Agua

El agua es para las plantas lo que la sangre para las personas. Por eso para las plantas son tan importantes unas buenas raíces capaces de absorber el agua. Proporcione al esqueje la oportunidad de elaborar una buena estructura de raíces. Para ello también es muy importante que haya agua disponible. Un sustrato demasiado seco hace que las células se mueran más rápidamente. El mayor número de células muertas aumenta el riesgo de podredumbre de la raíz. El sustrato demasiado seco favorece la formación de callos. A menudo se cree, erróneamente, que los callos facilitan el enraizado.

### 2.7.2 Temperatura

Para contrarrestar una evaporación demasiado intensa, es importante controlar la temperatura. La temperatura del suelo tiene una influencia directa sobre la velocidad con que se desarrollan las raíces. Al principio de la fase de enraizado la temperatura ideal del suelo es de entre 20 y 25 °C. Después pueden descender algunos grados. Para frenar un poco el crecimiento por encima de la tierra, la temperatura del aire debe ser algo inferior a la del suelo. Al principio el esqueje deberá concentrarse en la producción de raíces. El crecimiento aéreo vendrá después (Calderón, 2000).

### 2.7.3 Luz

Puesto que la luz (solar) comporta elevadas temperaturas debemos ser cuidadosos. La luz es necesaria para la fotosíntesis. El esqueje sin raíces aún no puede realizar mucha fotosíntesis y por lo tanto con poca luz tiene bastante. Es mucho más importante proporcionarle un largo período de luz diario (por lo menos 16 o 18 horas) que darle mucha intensidad de luz, que comporta una temperatura elevada. Si es necesario, el período lumínico se puede prolongar con luz artificial (Calderón, 2000).

## 2.8 SUSTRATO

El sustrato, donde vamos a colocar los esquejes, debe ser un medio inerte, poroso y no tener gérmenes de enfermedades, porque la raíz del clavel necesita

mucho oxígeno y no admite agua estancada que pudriría los esquejes. Se utilizan muchos materiales de origen volcánico como perlita, vermiculita, piedra pómez, picón, etc., formando gránulos pequeños, también arena de río o barranco. La perlita es muy usada, sobre todo por su menor peso y porque no se rompen las raíces al sacar el esqueje para el trasplante, cosa que ocurre con frecuencia cuando se emplea turba solamente (Montoya, 2002).

Las bandejas plásticas de 98-128 unidades funcionan bien con arena, pero aproximadamente a las tres semanas debe trasplantarse los esquejes sobrevivientes, ya que el sistema radical sufrirá enrollamiento. Esto implica que la estaca enraizada no podrá llevarse al campo en la bandeja, sino en algún otro contenedor como la bolsa plástica, el pellet u otra opción deseada (Badilla, 2005).

#### 2.8.1 Características de los sustratos

Según El Manual Agropecuario (2002) las funciones básicas de los sustratos deben de ser:

- a. Retener agua en forma disponible para la planta.
- b. Proporcionar oxígeno para la respiración radicular.
- c. Suministrar nutrientes.
- d. Ser un soporte para la planta en crecimiento.

#### 2.8.2 Propiedades de los sustratos

La porosidad es una propiedad física de los sustratos. Esta es el volumen total del medio no ocupado por las partículas sólidas, y por tanto, lo estará por aire o agua en una cierta proporción. Su valor óptimo no debería ser inferior al 80-85 %, los sustratos al poseer menor porosidad pueden ser utilizados ventajosamente en determinadas condiciones. “El grosor de los poros contribuye con la aireación y retención de agua del sustrato”. Poros gruesos suponen una menor relación superficie/volumen, y el equilibrio tensión superficial/fuerzas gravitacionales se restablece cuando el poro queda solo parcialmente lleno de agua, formando una película de espesor determinado (AMT, 2008).

El sustrato ideal debe ser estable, es decir, no perder fácilmente sus cualidades físicas (apelmazamiento). Debe ser ligero, es decir con una baja densidad aparente. Debe tener macroporos que permitan la aireación de las raíces. Este espacio debe ser un 20 % del volumen total. Su pH debe estar alrededor de 6-6.5 que es el ideal para casi todas las plantas. Tiene que ser estéril, es decir, libre de organismos patógenos para las plantas. Tiene que tener capacidad de retención de nutrientes, y para ello debe estar presente la materia orgánica que tiene buena capacidad de intercambio iónico. Debe permitir retener agua pero sin poner en peligro la aireación. Este volumen de agua retenida debe ser el 25 % del volumen total.

De igual modo, un sustrato ideal debe ser mojable, esto es, que si se seca tiene que volver a mojarse con facilidad (problema que tiene la turba).

### 2.8.3 Tipos De Sustratos

Según Badilla (2005), existen diferentes criterios de clasificación de los sustratos, basados en el origen de los materiales, su naturaleza, sus propiedades, su capacidad de degradación, etc.

Según sus propiedades los sustratos pueden clasificarse en:

- Sustratos químicamente inertes. Arena granítica o silícea, grava, roca volcánica, perlita, arcilla expandida, lana de roca, etc.
- Sustratos químicamente activos. Turbas rubias y negras, corteza de pino, vermiculita, materiales ligno-celulósicos, etc.

El sustrato debe poder contener una gran cantidad de agua sin que se produzca un encharcamiento. El espacio para el aire (la porosidad) es necesario para que el aire entre y salga del sustrato. Las raíces necesitan “respirar” al igual que las hojas. Si el sustrato contiene demasiada agua, las raíces se sofocarán.

## 2.9 ESCORIA VOLCANICA

La arena es una de las sustancias más utilizada en la mezcla de sustratos, aunque se emplea en pequeñas cantidades. La arena mejora la estructura del sustrato, pero aporta peso al mismo. Las arenas utilizadas no deben contener elementos nocivos tales como sales, arcillas o plagas. Están compuestos de sílice, alúmina y óxidos de hierro. También contiene calcio, magnesio, fósforo y algunos oligoelementos. Las granulometrías son muy variables al igual que sus propiedades físicas. El pH de las tierras volcánicas es alcalino con tendencias a la neutralidad. La C.I.C. es tan baja que debe considerarse como nulo. Destaca su buena aireación, la inercia química y la estabilidad de su estructura. Tiene una baja capacidad de retención de agua, el material es poco homogéneo y de difícil manejo (Muñoz, 2001).

### 2.9.1 Características

- Tamaño: 0-2, 0-4, 0-8, 4-14, 10-20 mm.
- Porosidad: muy buena
- Efecto tapón: casi nulo.
- Intercambio catiónico: 40 – 60 mEq/100 gr.
- Microelementos: pequeñas trazas de Fe, Zn, Cu, Mn.
- pH: 7.5 (Muñoz, 2001).

## 2.10 TURBA

Es un material orgánico compacto denominado también como *peat moss*, que es utilizado como sustratos en producciones agrícolas y para la preparación de los suelos en plantación. Algunas de sus propiedades más importantes es la absorción de agua y retención de los elementos nutritivos que son esenciales para la salud de las plantas. Es un material rico en materia orgánica, producto de descomposición orgánica del follaje de árboles y pastos en zonas boscosas de norte, de temperaturas bajas en primavera y verano, de gran acidez y falta de minerales. Existen grandes diferencias entre los distintos tipos de turba; ello depende de su origen, edad y materia vegetal específica de cada lugar. Es importante elegir el tipo de turba de acuerdo a sus características físicas y químicas. Los principales países de

exportación son Canadá, Finlandia, Suiza, Irlanda, Noruega, Alemania y Holanda (Muñoz, 2001).

#### 2.10.1 Características

3

- Peso: 60-100 kg/m
- Efecto tapón: excelente
- Retención de agua: 30- 80 % de su peso
- Absorción de minerales: 100-150 mEq/100g
- Porosidad: buena
- pH: 3.5-8.5 (turba negra)
- Rica en materia orgánica (100% natural)
- Exenta de insectos y sin olores desagradables
- Buena capacidad de retención de agua
- Retiene los elementos nutritivos cerca de las raíces
- Acondiciona y mejora los suelos (Muñoz, 2001).

#### 2.10.2 Ventajas

- Material rico en materia orgánica.
- De utilización agradable.
- Permite reducir la frecuencia de los riegos.
- Asegura a las plantas un crecimiento óptimo.
- Desarrolla al máximo el sistema radicular (Muñoz, 2001).

### 2.11 CULTIVO EN INVERNADERO

El establecimiento de invernaderos con condiciones adecuadas es un método utilizado para lograr un adecuado enraizamiento en los esquejes.

### 2.11.1 Túnel de enraizamiento

Dentro del invernadero deben establecerse líneas de producción, en donde deberá construirse un mini túnel con plástico transparente, procurando forrar todas las paredes y el piso de la cama. Este mini túnel deberá tener una altura no mayor a los 40 cm para lograr crear una cámara húmeda y alta temperatura en el ambiente de enraizamiento. Es importante que cada mini túnel se divida en pequeños compartimentos con plástico, para lograr un mayor control de la producción y un mejor manejo de posibles problemas fitosanitarios. También deberá instalarse una línea de riego automático de aspersión nebulizada, con aspersores cada 1-1,5 m, en cada mini túnel (Hartman y Kester, 1990).

### 2.11.2 Labores culturales

Las labores culturales son todos aquellos cuidados periódicos que hay que realizar en los cultivos para que estos obtengan mayor precocidad y rendimiento. Se comprenden de Riegos y Escardas:

Riegos: Generalmente se efectuara una vez aireado el túnel y periódicamente. Se realizara riego a manta levantando el plástico de uno de los extremos del túnel, y en caso de que el túnel sea demasiado largo y el agua discurra mal por él, introduciremos agua por el lateral del mismo, levantando el plástico con cuidado (Badilla, 2005).

Escardas: Es una técnica que consiste en suprimir las malas hierbas que abundan en el interior del túnel, con el fin de que presenten la mínima competencia en nutrientes y agua al cultivo.

Esta se realizara por la parte lateral más soleada del túnel iniciándose en uno de los extremos del túnel y levantando solo una porción del plástico que lo cubre correspondiente a dos o tres metros de túnel (Badilla, 2005).

### III. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 3.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Los claveles estándar (*Dianthus caryophyllus L.*) y Clavel Chino (*Dianthus chinensis*), son de las exportaciones más importantes en flores de corte, en el comercio mundial. En cuanto a importaciones hacia Estados Unidos, en América, después de Colombia, le siguen Ecuador y Guatemala (Montecinos, 2008).

Floricultura & Cia. Ltda. es una empresa internacional ubicada en Guatemala dedicada a la producción de semilla híbrida de varias especies de flores ornamentales bajo invernadero para la exportación a mercado norteamericano. Una de las especies más importantes para la compañía es el *Dianthus chinensis*, el cual consiste en 35% de la semilla exportada y genera 33% de los ingresos totales.

Para la producción de *D. chinensis* se utilizan líneas parentales importadas, las cuales son multiplicadas en la finca por reproducción asexual (esquejes) estos son extraídos de plantas madres crecidas en un área específica llamada *Increase block*. Los esquejes producidos por las plantas madres son cosechados para ser enraizados en un sustrato, con el fin de reproducir por clonación, los parentales que darán origen al híbrido de semilla a exportar.

En el proceso descrito anteriormente, el sustrato para el enraizamiento de esqueje es de suma importancia, pues se quiere obtener un pilón de excelente calidad y uniformidad, que cuando sea trasplantado a los invernaderos de hibridación produzca la mayor cantidad y calidad de flores polinizables y/o productoras de polen, con el fin de obtener mayor cantidad de semillas.

Actualmente se utiliza 100% peat moss acondicionado como sustrato, para enraizar los esquejes. Este sustrato no ha sido evaluado bajo varios parámetros de medición,

tampoco ha sido comparado con otros sustratos o combinaciones de sustratos que podrían tener el potencial de producir mejores pilones o reducir costos.

El Clavel Chino constituye una de las tantas especies del género *Dianthus Caryophyllus* de gran interés en la jardinería, ocupa un lugar muy destacado a nivel mundial debido a sus excelentes características de belleza, unidas a otras cualidades que lo hacen especialmente apto para la comercialización (Montecinos, 2008).

La semilla híbrida de *D. chinensis* producida por la empresa, es exportada a Estados Unidos, donde es empacada y vendida a cultivadores o *growers*, que crecen las plantas y las venden en contenedores o macetas a las cadenas grandes de supermercados, donde son compradas por el consumidor final. La cantidad de semillas exportadas anualmente son de 120 a 150 millones de semillas.

Para la producción de las semillas híbridas de las diferentes variedades de *D. chinensis*, en Floricultura se importa el material parental o las líneas madres, que cruzadas darán origen a los híbridos producidos por reproducción sexual.

El anterior material parental, ingresa a la finca en cultivo de tejidos, de allí es multiplicado creciendo plantas reproductoras de esquejes, los cuales serán cosechados y enraizados en pilones para posteriormente ser trasplantados en los invernaderos de hibridación y producir el cruce para obtener semilla híbrida.

En el proceso de enraizamiento de los esquejes, el sustrato juega un papel muy importante, actualmente no se han evaluado sustratos para saber cual ofrece las mejores condiciones de enraizamiento y calidad del pilón.

La presente investigación evaluó cinco diferentes combinaciones de sustratos en el enraizamiento de los parentales de dos variedades de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*), con el fin de determinar cuál es la mejor combinación, que produzca el mejor pilón bajo los requisitos de calidad establecidos en la finca.

## IV. OBJETIVOS

### 4.1 GENERAL

- Evaluar el efecto de diferentes proporciones de sustratos sobre el enraizamiento de esquejes en dos variedades del cultivo de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*).

### 4.2 ESPECIFICOS

- Determinar el efecto de los sustratos sobre el enraizamiento de esquejes de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en las dos variedades evaluadas.
- Evaluar el crecimiento de las plantas de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en los diferentes sustratos para determinar cuál es el que ofrece las mejores condiciones para la producción a nivel de invernadero.
- Evaluar la calidad de las plantas de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en los diferentes sustratos para determinar cuál es el que ofrece las mejores condiciones para la producción a nivel de invernadero.

## V. HIPOTESIS

Al menos uno de los tratamientos con sustrato y una variedad del clavel tendrán diferencia significativa en el proceso de enraizamiento del Clavel Chino (*Dianthus chinensis*).

Al menos uno de los sustratos utilizados producirá un mayor desarrollo en la raíz del Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en una de las variedades utilizadas.

## VI. METODOLOGIA

### 6.1 LOCALIZACION DEL TRABAJO

La evaluación experimental se realizó en la Empresa Floricultura & Cia. Ltda; cuyas operaciones se ubican en la finca Santa Clara, Aldea Los Achiotes, Jumay, departamento de Jalapa, Guatemala. Para llegar deben recorrerse 102 km de asfalto y posteriormente 4 km de terracería. Las coordenadas son: latitud norte 14 °, 40 min. 12 seg., longitud oeste 89 °, 54 min., 11 seg., y una altura de 1,350 msnm.

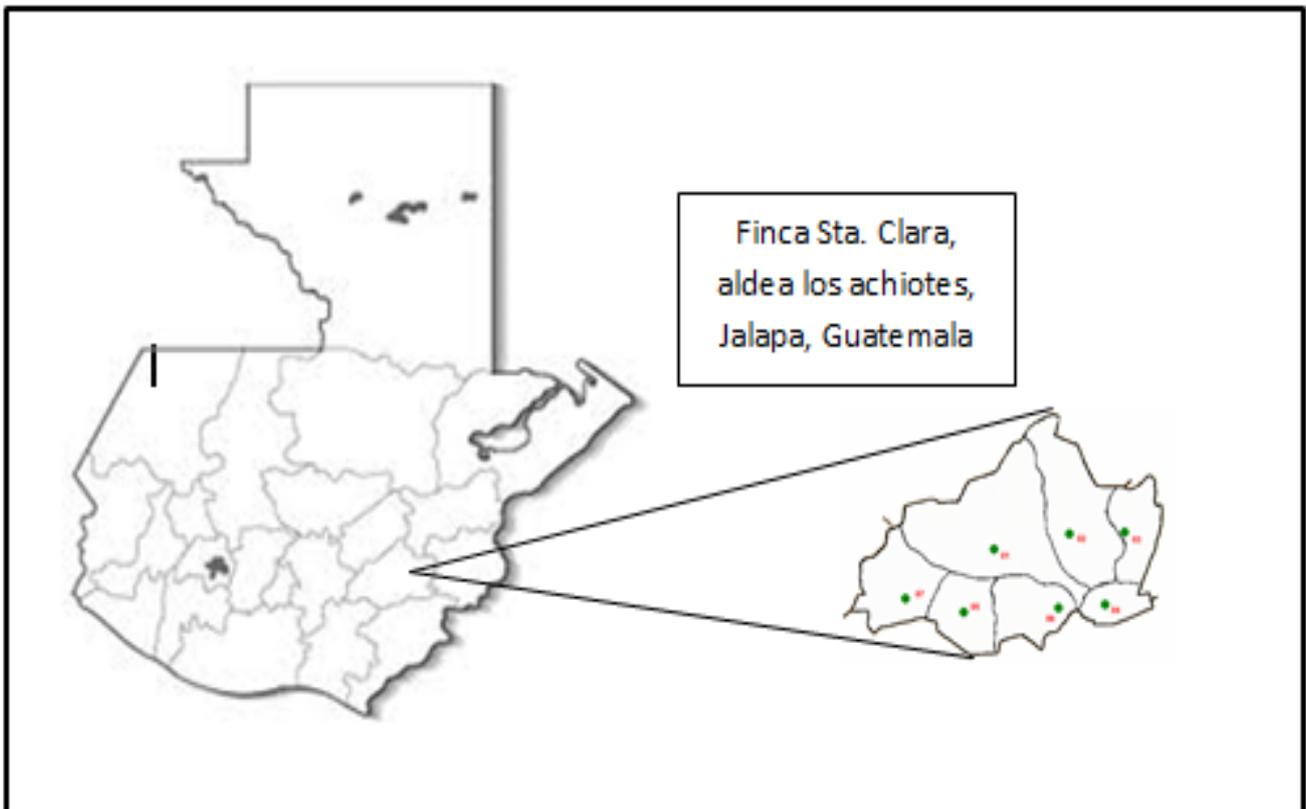


Figura 1. Geoposición del Finca Santa Clara.

El manejo de la variedad de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en esquejes, el llenado de bandejas con los diferentes sustratos y el cuidado de las siembras se llevó a cabo en uno de los invernaderos de propagación de la Finca Santa Clara ubicado en la misma dirección.

## 6.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

Se utilizó esquejes de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*).

Los materiales a evaluar son:

- Esquejes de Clavel Chino (DC1).
- Esquejes de Clavel Chino (DC2).

Sustratos

- Escoria 3mm (Arena volcánica gruesa).
- *Peat moss*
- Escoria de 0.25 a 2mm (Arena volcánica fina).

## 6.3 FACTORES A ESTUDIAR

Factor A

- Esquejes de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*)
  - Variedad (DC1).
  - Variedad (DC2).

Factor B

- Sustratos
  - Escoria
  - *Peat Moss* acondicionado (PH 6.5)
  - Escoria (0.25mm a 3mm)

## 6.4 DESCRIPCION DE LOS TRATAMIENTOS

Los tratamientos consisten en la combinación de diferentes sustratos evaluando el comportamiento de los esquejes de Clavel Chino en sus dos variedades, tal como se muestra en el siguiente cuadro 2:

Cuadro 2. Descripción de tratamientos.

Tratamientos	Sustratos	Variedad
T1	100 % peat moss (marca growing mix no.5) (Control)	DC1
T2	50% peat y 50% escoria de 0.25 a 2 mm	
T3	100 % escoria de 0.25 a 2 mm	
T4	50% escoria de 3 mm (1/8") y 50% escoria de 0.25- 2 mm.	
T5	100 % escoria 3 mm (1/8")	
T6	100 % peat moss (marca growing mix no.5) (Control)	DC2
T7	50% peat y 50% escoria de 0.25 a 2 mm	
T8	100 % escoria de 0.25 a 2 mm	
T9	50% escoria de 3 mm (1/8") y 50% escoria de 0.25- 2 mm.	
T10	100 % escoria 3 mm (1/8")	

## 6.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se utilizó diseño en bloques al azar en arreglo bifactorial tres por dos, con 10 tratamientos y tres repeticiones.

Factor A: Variedad del Clavel Chino (*Dianthus chinensis*).

Factor B: Sustratos (proporciones de *peat moss*, escoria y escoria de 0.25mm a 3mm).

Los anteriores factores se consideraron para determinar cuál de los tratamientos tiene un mejor efecto sobre el desarrollo de los esquejes del Clavel Chino.

## 6.6 MODELO ESTADISTICO

El modelo matemático asociado al diseño de dos factores-tratamiento con interacción y replicado es el siguiente:

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + F_{Aj} + F_{Bk} + F_{AF_{Bjk}} + E_{ijk}$$

$Y_{ijk}$  = variable de respuesta de la  $ijk$  - ésima unidad experimental

$\mu$  = es la media global de los tratamientos

$B_i$  = es el efecto del  $i$  – ésimo bloque

$F_{Aj}$  = es el efecto del factor A del  $j$  – ésimo tratamiento

$F_{Bk}$  = es el efecto del factor B del  $k$  – ésimo tratamiento

$F_{AF_{Bjk}}$  = es el efecto de la interacción del factor A \* B  $jk$  – ésimo tratamiento

$E_{ijk}$  = es el error experimental o perturbación, son variables aleatorias independientes idénticamente distribuidas (i.i.d.) con distribución  $N(0, \sigma^2)$ .

(Chistensen,1998)

## 6.7 UNIDAD EXPERIMENTAL

Cada unidad experimental fue de una bandeja que contenía 192 esquejes de *Dianthus chinensis*, cada una de las bandejas tenía un tratamiento. Para cada unidad experimental se realizaron 3 réplicas, teniendo un total de 2,880 plantas por variedad. Se evaluaron 2 variedades (DC1,DC2) dando un total de 5,760 plantas.

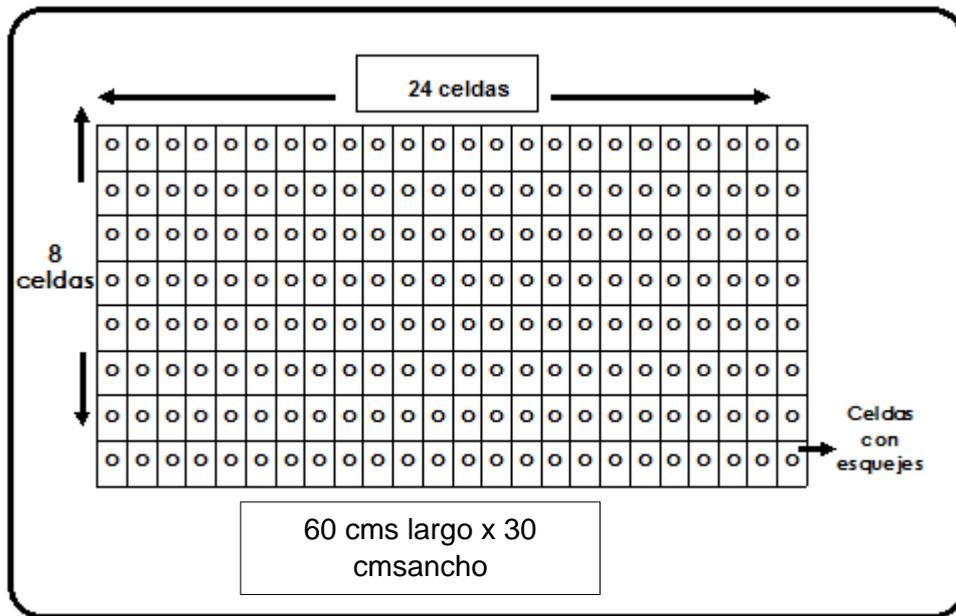
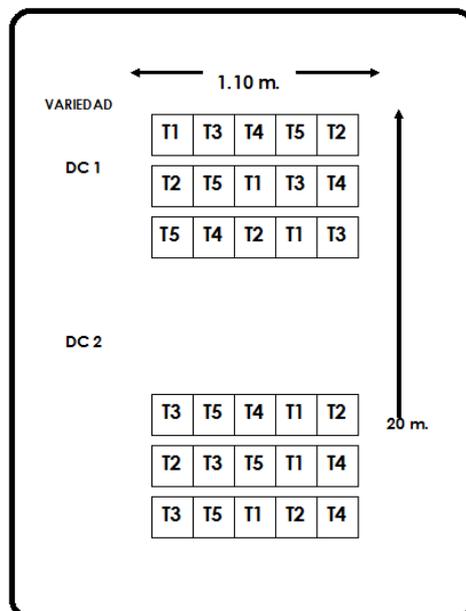


Figura 2. Unidad experimental.

### 6.8 CROQUIS DE CAMPO

La distribución de los cinco tratamientos (unidades experimentales) y sus respectivas repeticiones, a nivel de campo, se llevaron a cabo en forma aleatoria, como se observa en el siguiente croquis:



**T = Tratamientos**

**Bandeja**

**192 celdas**

Figura 3. Croquis de campo.

## 6.9 MANEJO DEL EXPERIMENTO

### 6.9.1 Origen de los esquejes

El *Increase block* o bloque madre está formado por plantas de origen en cultivo in Vitro, la cantidad de plantas y el tamaño del lote dependen mucho de la variedad. De ésta área es de donde se obtuvieron los esquejes necesarios para la colocación a enraizar en bandejas.

### 6.9.2 Extracción de esquejes

La realización de la extracción dependió de la plantación y cada variedad. Se eligió el tipo de esqueje ideal para producción, esto se realizó para tener un enraizamiento uniforme en todas las bandejas de plantado. La utilización de cuchillas, overol, guantes, desinfectantes, son necesarios para realizar las extracciones, y evitar la contaminación de una planta a otra. Es por ello que se desinfectaron las cuchillas con las que se cortaron los esquejes. Los cortes se hicieron con instrumentos filosos, en forma oblicua por arriba del nudo, o bien rectos para evitar que el sistema radicular se forme de un solo lado

La obtención de esquejes de la planta madre se realizó por la mañana o por la tarde (antes de las 10 AM o después de las 4 PM), con la finalidad de evitar la pérdida de agua durante las horas de mayor radiación solar.

### 6.9.3 Almacenamiento de esquejes

Los esquejes obtenidos se almacenaron en hieleras de *duroport* forradas con bolsa plástica. Permanecieron allí mientras fueron llevados a las bandejas a enraizar, en el mismo día.

#### 6.9.4 Preparación de sustratos

Se realizaron las mezclas correspondientes de los sustratos y se colocaron en las bandejas ubicadas en las bancas. En la preparación de sustratos se debe tomar en cuenta que este debe ser suave, limpio y homogéneo. No puede haber partículas muy grandes o pesadas. Se llevaron a cabo diferentes procedimientos:

- Cernir el sustrato
- Triturar las partículas grandes
- Llenar las bandejas con el sustrato
- Sacar las partículas grandes que hayan quedado.
- Esterilizar con vapor aireado el sustrato.

#### 6.9.5 Aplicación de hormonas de enraizamiento

Después de cosechados los esquejes se aplicó un spray ácido indolbutírico (AIB) a 60ppm a cada uno antes de ser plantados en las bandejas que contienen los sustratos

#### 6.9.6 Plantado de esquejes en bandejas

Obtenidos los esquejes del bloque madre fueron llevados al área de plantado o propagador donde según la variedad fueron colocados en las bandejas que contienen los sustratos. Fue necesario cuidar el área donde estos fueron plantados y mantener la humedad óptima para evitar el desecamiento o pérdida de humedad del sustrato. La plantación se realizó bajo sombra en un túnel adaptado a las bancas.

#### 6.9.7 Bancas de enraizamiento

Se colocaron las bandejas en bancas calientes que posee el invernadero de propagación para el enraizado. La ubicación de las bandejas se realizó por variedades y aleatoriamente para los tratamientos. Las bancas cuentan con

nebulizadores para el procedimiento de *neblinado o mist*. La banca tiene una serie de bombillos ubicados bajo esta, los cuales se encienden durante la noche cuando la temperatura disminuye; estos bombillos brindan calor e inducen más rápido el enraizamiento. La banca cuenta con una estructura de hierro que forma un túnel más plástico transparente con saranes movibles para la adaptación de sombras.

#### 6.9.8 Manejo de sombras

Sobre el túnel se tienen 4 saranes que funcionaron como sombras para los esquejes, estas poseen un porcentaje de sombra 30 %, van quitándose de forma semanal hasta tener a los esquejes sin sombra o con una al 30%.

#### 6.9.9 Micro aspersión

Este se realizó en los primeros doce días, cuando los esquejes iniciaron el enraizado. Este neblinado fue realizado con nebulizador para producir rocío o *mist*.

#### 6.9.10 Riego

Se realizó la revisión de enraizamiento de los esquejes y si estos ya tenían raíces, se procedió a realizar el primer riego manual con la utilización de mangueras, con boquilla para microaspersión.

#### 6.9.11 Fertilización

La etapa inicial en el desarrollo de la planta es esencial, la fertilización fue realizada a los 18 días de plantado el esqueje, por lo que se utilizaron soluciones nutritivas que contenían fertilizante (*Haifa poly-feed*) 19-19-19 (NPK), preparando la solución correspondiente para cada bandeja. Las soluciones nutritivas a utilizar se prepararon y aplicaron en base a las dosis y al desarrollo de la raíz del esqueje.

#### 6.9.12 Días de plantado a lograr pilón

Fue un aproximado de 7 semanas para poder obtener los pilones o esquejes ya completamente enraizados.

### **6.9 VARIABLE DE RESPUESTA**

#### 6.10.1 Peso seco de raíz

Se realizó un secado de las raíces, estas fueron colocadas en un horno durante aproximadamente medio día, y se cuantificó el peso en gramos en una balanza electrónica; hasta llegar a peso de estabilización. Esto se realizó 7 semanas después de plantado esqueje, ya logrado en pilón.

#### 6.10.2 Peso seco parte aérea

El follaje pesado fue colocado en un horno durante aproximadamente medio día, y se cuantificó el peso en gramos en una balanza electrónica; hasta llegar a peso de estabilización. Esto se realizó 7 semanas después de plantado esqueje, ya logrado en pilón.

#### 6.10.3 Número de plantas inducidas

Para la obtención de esta variable se realizó un conteo a las 6 semanas después de plantado del esqueje. Se contaron todos los esquejes inducidos a floración y plantas con botones florales en las bandejas completas para obtener un porcentaje de inducción.

#### 6.10.4 Porcentaje de raíces mayor a 1cm

Para la obtención de esta variable se realizó muestreo al azar de los esquejes midiendo la raíz en centímetros de dichas plantas. Se tomó una muestra de 300 esquejes. La medición se realizó 5 semanas después que se colocó es esqueje.

### 6.10.5 Porcentaje de presencia de callos

Se realizó un muestreo al azar de los esquejes contando el número total de callos presentes. Se tomó una muestra de 300 esquejes. La medición se realizó 8 días después de la plantación del esqueje.

## 6.11 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

### 6.11.1 Análisis estadístico

Las variables se analizaron mediante el análisis de varianza. En caso de encontrar diferencias significativas entre tratamientos se aplicó la prueba de Tukey ( $P= 0.05$ ).

El programa utilizado para la interpretación de datos fue: SAS/STAT (Statistical Analysis System)

Las variables analizadas estadísticamente con una análisis de varianza son: peso seco de raíz, peso seco parte aérea, pilones inducidos.

Las diferencias significativas son importantes para la mejor toma de decisiones cuando se realiza una evaluación, sobre todo para identificar si estas poseen una tendencia que nos ayude a encontrar los mejores resultados. La prueba de tukey mide la diferencia de los valores de la medias de dos grupos en términos de la varianza intragrupal. (Hernández, 2012).

La prueba Tukey se usa en experimentos que implican un número elevado de comparaciones o se desea usar una prueba más rigurosa que la de Duncan. (Hernández, 2012).

En las variables de raíz mayor a 1 cm, presencia de callos, se realizó una medición en porcentajes ya que se pueden realizar a través de un conteo completo de todos los esquejes y tener datos más exactos para poder elegir que tratamiento obtuvo el mayor porcentaje y como se diferencian las variedades entre los 10 tratamientos.

## VII. RESULTADOS Y DISCUSION

La investigación presenta las variables estudiadas y cada una de ellas, a través del análisis de varianza (Andeva) y la prueba de medias de tukey, comparando todas las diferencias significativas entre tratamientos.

### 7.1 EFECTOS GENERALES PARA LAS VARIABLES DE RESPUESTA

A continuación se presenta el resumen de los análisis de varianza efectuados a las variables de respuesta de los sustratos utilizados con las dos variedades de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) evaluadas, (DC1, DC2).

Todas las variables de respuesta presentaron una distribución normal, cumpliendo con el supuesto de normalidad ( $Pr < F < 0.05$ ). Las salidas de SAS para los análisis de varianza y pruebas de medias de cada variable de respuesta se presentan a continuación:

Cuadro 3. Resumen integrado de los análisis de varianza sustrato y variedad, Finca Santa Clara.

Fuente de variación	Peso seco de raíz (g)	Peso seco de parte aérea (g)	Raíz mayor a 1 cm
SUSTRATOS	*	N/s	*
VARIEDAD	*	*	N/s
SUS*VAR	*	N/s	N/s
Coeficiente de Variación	23.3	16.17	30.28

Referencia:

\* = Diferencia significativa ( $P=0.05$ ).

N/s = Diferencia no significativa ( $P=0.05$ ).

SAS = Statistical Analysis System

## 7.2 PESO SECO DE RAÍZ

A continuación se presenta el análisis de varianza para la variable peso seco de raíz en el cuadro 4, el cual presenta diferencia altamente significativa entre tratamientos.

Cuadro 4. Análisis de varianza de la variable de respuesta peso seco de raíz, en Finca Santa Clara, 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	PR > F
Sustrato	4	21.52	3.66	23.45	0.98N/s
Var	1	24.48	1.45	106.74	0.0001**
Var * Sustrato	4	17.02	1.28	18.55	0.0001**
Error	18	4.13	1.94		
Total correcto	29	67.15			

*N/s No significativo*

*\* Diferencia significativa*

*\*\* Diferencia altamente significativa*

El análisis estadístico para peso seco de raíz demostró que hubo un efecto significativo, por la asociación entre el sustrato y las dos variedades del Clavel Chino (DC1, DC2) o por la interacción de los factores sustrato y variedad. En el cuadro 4 se observa que el peso seco de raíz fue estadísticamente superior contra el sustrato; debido a que la interacción entre ellos favoreció el crecimiento de la raíz.

El análisis fue realizado para las dos variedades (DC1, DC2), en la figura 4 se muestran los resultados obtenidos para el análisis en las variedades.

Debido a que se presentaron diferencias significativas en los tratamientos se procedió a realizar la prueba de Tukey, la cual se presenta en el cuadro 5.

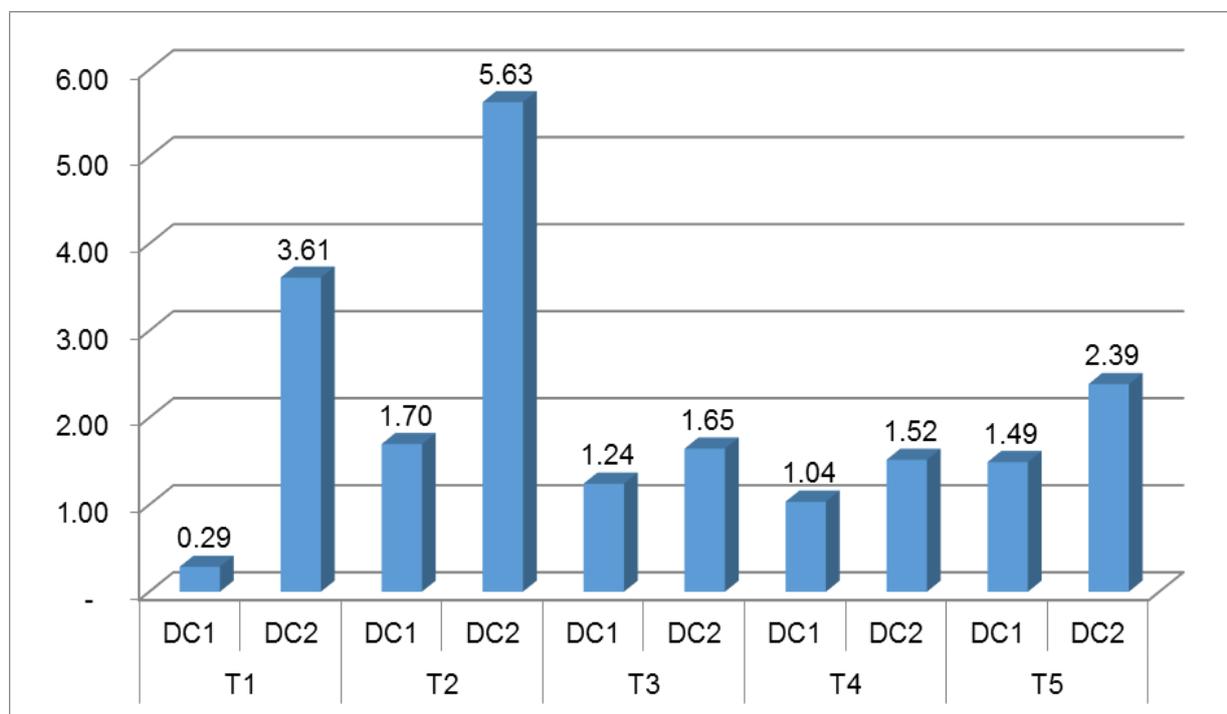


Figura 4. Peso en gramos de raíces de esquejes de dos variedades de *Dianthus chinensis*.

En la figura de pesos en gramos de raíces la variedad DC2 muestra siempre un mayor peso, esta variedad se caracteriza por ser muy frondosa y ser de las variedad que posee mayor amarre en el enraizamiento de los esquejes con 100% *peat moss* como lo trabaja la empresa. Esto permite que pueda tener una planta con buen desarrollo ya que las raíces siempre dan a las plantas la mejor adquisición de nutrientes que necesita para crecer bien.

Cuadro 5. Resumen de la prueba de Tukey para la separación de las medias de la variable de respuesta peso seco de raíz.

<i>Tratamiento</i>	<i>Media</i>	<i>Grupo Tukey</i>
T2	3.66	A
T1	1.95	B
T5	1.94	B
T3	1.45	B
T4	1.28	B

\* Letra diferente indican diferencias significativas según la prueba de Tukey

De acuerdo a la prueba de Tukey, los tratamientos que contenían 50% *peat moss* y 50% escoria 0.25mm a 2mm fueron los que presentaron una mayor cantidad de peso seco de raíz, lo cual indica que el sustrato indicado aunado a las variedades, tienen influencia en una mayor generación de raíces.

Los sustratos deben contener gran cantidad de agua evitando el encharcamiento, es básica la proporción de agua aplicada en el riego. Esto genera que los sustratos tengan las condiciones aptas para que los esquejes puedan producir raíces. Las raíces necesitan espacio para poder esparcirse y respirar al igual que las hojas. La porosidad que los sustratos tienen, permiten que el paso del aire sea ideal para que las raíces se puedan multiplicar. Un efecto que puede causar daños a las raíces es la cantidad de arena, ya que esto hace que el sustrato se seque con facilidad y cause rajaduras que dañan las raíces. El desarrollo mostrado en las pruebas indica que el mejor sustrato para enraizar esquejes es el que contenía 50% *peat moss* y 50% escoria 0.25mm a 2mm, este sustrato tiene las características ideales para permitir el enraizamiento, porosidad, textura ideal para retener la cantidad de agua y nutrientes que la planta necesita. El *peat moss* es un sustrato realizado a base de materia orgánica, la cual es absorbida por las raíces de las plantas.

Según Muñoz (2001), en general un sustrato artificial tiene una granulometría mucho más gruesa que un suelo, lo que facilita la aireación aunque en decremento de la retención de agua, por ello, al hacer una mezcla a base de sustancia orgánicas y minerales, hay que tratar de buscar el equilibrio entre retención de agua y aireación. La escoria permite el paso de la aireación y en conjunto con el *peat moss* que es de

los mejores sustratos para plantaciones sin suelo lograron ser el mejor tratamiento para el enraizado de esquejes de Clavel Chino.

### 7.3 PESO SECO DE PARTE AEREA

Al evaluar el peso seco de parte aérea, se encontró que no hubo diferencia estadística significativa al evaluar sustrato y la relación entre variedad sustrato para ninguno de los tratamientos sometidos a prueba, sin embargo se muestra una diferencia altamente significativa en la variedad.

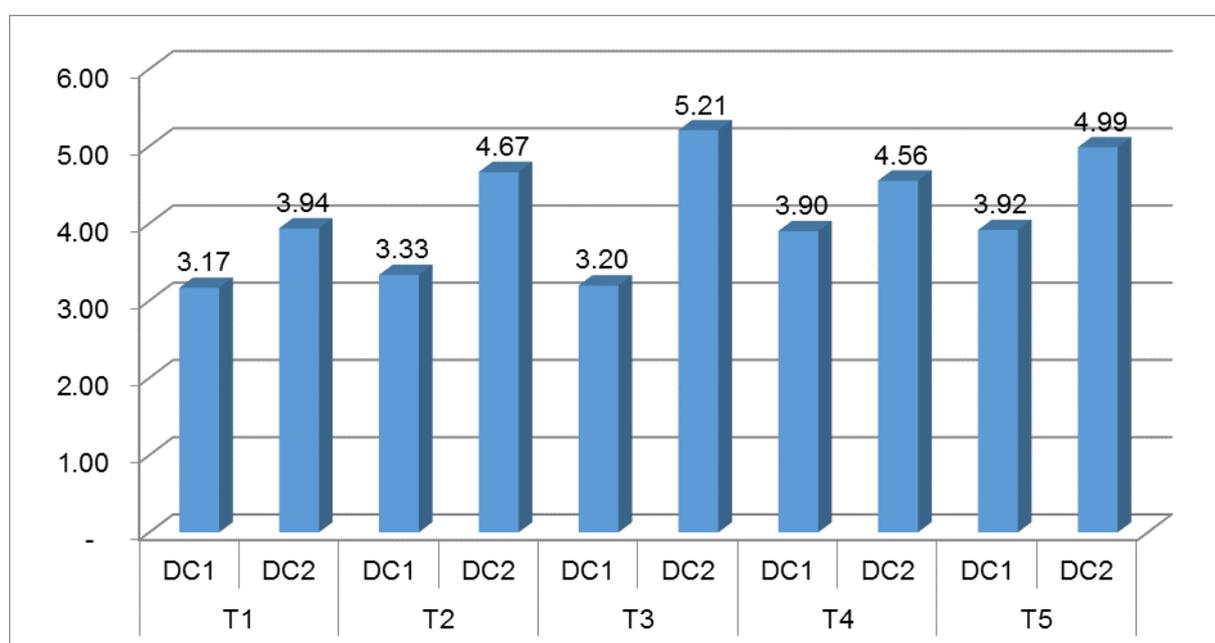


Figura 5. Peso en gramos parte aérea de esquejes de dos variedades de *Dianthus chinensis*.

Cuadro 6. Análisis de varianza de la variable de respuesta peso seco de parte aérea, en Finca Santa Clara, 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	PR > F
Sustrato	4	2.77	4.00	1.59	0.22 N/s
Variedad	1	10.23	4.20	23.44	0.0001**
Var * Sustrato	4	1.76	4.23	1.01	0.42N/s
Error	18	7.86	4.45		
Total correcto	29	23.49			

*N/s No significativo*

*\* Diferencia significativa*

*\*\* Diferencia altamente significativa*

En el cuadro anterior muestra que los tratamientos no tuvieron una diferencia significativa entre el crecimiento de la parte aérea. El peso seco de la parte aérea no se vio influenciado por el sustrato, ni por la combinación de sustrato variedad. Contrario al factor variedad, donde se demostró que si hay efecto altamente significativo. Debido a estos resultados, se procedió a correr la prueba de tukey para demostrar cuál de las dos variedades evaluadas de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) fue mejor.

Debido a los resultados mostrados en el cuadro 6, se procedió a correr la prueba de tukey para demostrar cuál de las dos variedades evaluadas de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) demuestra mejores resultados.

Las dos variedades son muy frondosas y generan gran cantidad de hojas, los sustratos no influenciaron mayor peso en la parte aérea para ninguna de las variedades. Esto se debe a un comportamiento genético de las variedades, se

extraen mayor número de esquejes en plantas de mayor frondosidad por lo que ambas variedades cumplen con esa característica.

Cuadro 7. Resumen de la prueba de Tukey para la separación de las medias de variable variedad

<i>Variedad</i>	<i>Media</i>	<i>Grupo Tukey</i>
DC1	3.56	A
DC2	1.82	B

\* Letra diferente indican diferencias significativas según la prueba de Tukey

De acuerdo a la prueba de tukey, la variedad DC1 muestra un mayor peso de la parte aérea con respecto a la variedad DC2, lo cual tiene sentido, puesto que esta variedad siempre mostró mayor frondosidad y desarrollo en las hojas. La explicación es puramente genética, puesto que la variedad DC1 es una variedad más grande y vigorosa que la variedad DC2.

La materia seca de la parte aérea está relacionada con la calidad y cantidad de las hojas. Esta característica es muy importante porque las hojas constituyen una de las principales fuentes de fotoasimilados (azúcares, aminoácidos, hormonas, etc.). y nutrientes para la adaptación de la planta después del trasplante, donde necesitará de suficientes reservas de fotoasimilados, que servirán como fuente de reserva de agua y nutrientes para las raíces en el primer mes de plantación (Acevedo, 2007).

#### **7.4 NUMERO DE PILONES INDUCIDAS**

El análisis de varianza para la variable de número de pilones inducidos demostró que hubo un efecto altamente significativo entre tratamientos, debido a la variedad del

cultivo. En el cuadro 7 se observan los resultados de las prueba de separación de medias entre tratamientos.

Cuadro 8. Análisis de varianza de la variable de respuesta número de pilones inducidos, Finca Santa Clara, 2009.

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado de la media	Valor F	PR > F
Sustrato	4	73.69	8.57	2.57	0.07
Variedad	1	464.57	10.67	64.83	0.0001**
Var*Sustrato	4	9.65	12.037	0.34	0.85N/s
Error	18	128.99	13.195		
Total correcto	29	691.94			

*N/s No significativo*

*\* Diferencia significativa*

*\*\* Diferencia altamente significativa*

En el cuadro anterior se observó que los tratamientos sometidos no tuvieron una diferencia significativa entre número de pilones inducidos en los factores sustrato y variedad x sustrato.

Las plantas o esquejes inducidos son aquellos que florecen precozmente cuando están en proceso de desarrollo vegetativo en el sustrato, siendo esto una característica no deseada al momento de plantar los pilones cuando están listos, por tanto mientras menos plantas inducidas, es mejor.

Debido a la significancia en el factor variedad, se procedió a realizar la prueba de tukey para conocer cuál de las variedades (DC1, DC2) en esta variable de respuesta es mejor.

Cuadro 9. Resumen de la prueba de Tukey para la separación de las medias de variable variedad

<i><b>Variedad</b></i>	<i><b>Media</b></i>	<i><b>Grupo Tukey</b></i>
DC1	2.54	A
DC2	1.62	B

\* Letra diferente indican diferencias significativas según la prueba de Tukey

La variedad DC1 mostró una mayor inducción que la DC2, esto está relacionado, a la genética. La DC1 es una variedad más vigorosa, y acelerada, lo cual favorece a que tenga mayor cantidad de plantas inducidas o sea más floral que la variedad DC2.

## **7.5 PORCENTAJE DE RAIZ MAYOR A 1 CM.**

A continuación se presenta la gráfica del análisis de porcentaje de raíz mayor a un centímetro.

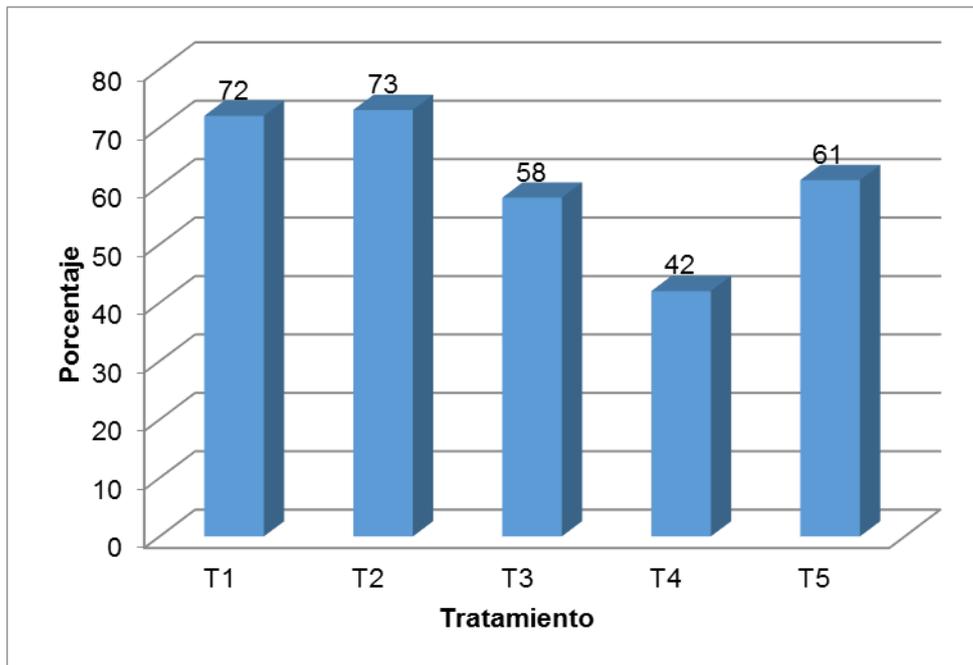


Figura 6. Porcentaje de raíces mayores a un centímetro de esquejes de *Dianthus chinensis*. Variedad DC1.

En la figura anterior relacionada a la variedad DC1, se muestra que el tratamiento 2 (50% *peat* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm) obtuvo el mejor resultado en base a porcentaje, seguido por el tratamiento 1 (100 % *peat moss*). Ambos tratamientos tuvieron mayores porcentajes de crecimiento de raíz en comparación a los 3 restantes tratamientos. Una posible explicación, es que el *peat moss* brinda condiciones de retención de humedad y en sí es materia orgánica. El tratamiento 2, al estar constituido por 50% arena pudo aumentar el espacio aéreo, permitiendo mejor desarrollo de raíz.

En los tratamientos 3,4 y 5 el porcentaje de crecimiento de raíces no fue tan alto como los anteriores. El denominador común, es que los tres tratamientos están constituidos por arena, y no tienen *peat moss* como el tratamiento 1 y 2.

A continuación se muestran los resultados de la variedad DC2,

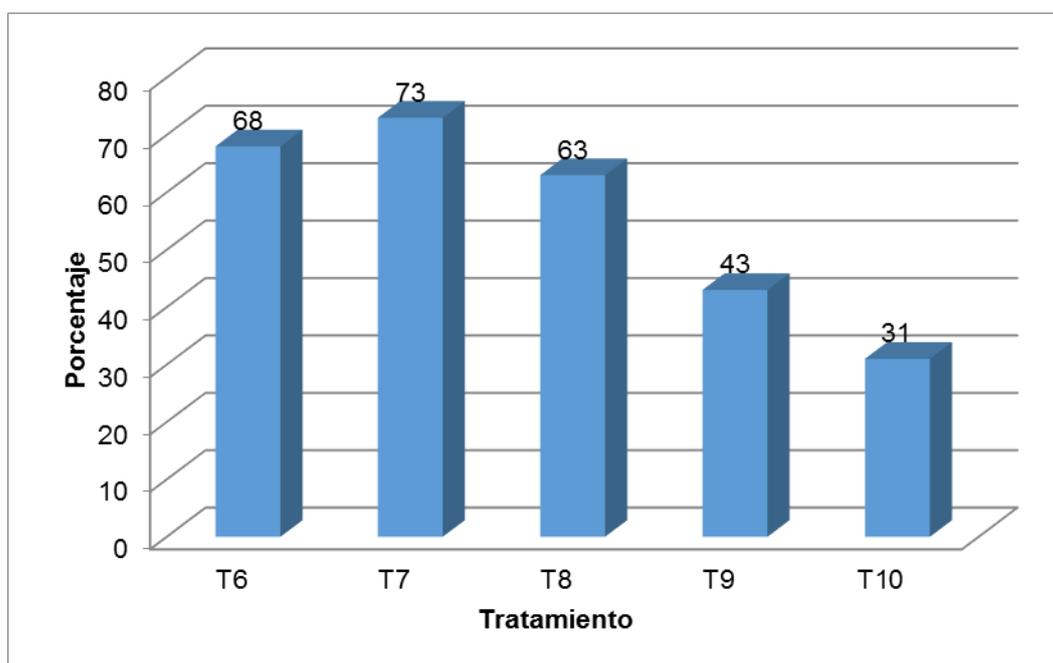


Figura 7. Porcentaje de raíces mayores a un centímetro de esquejes de *Dianthus chinensis*. Variedad DC2.

Para la variedad DC2, el tratamiento 7 (50% *peat* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm) tiene el mayor porcentaje en el crecimiento de raíces, seguida por los tratamiento 6 y 8 (100 % *peat moss*, 100 % escoria de 3mm).

En los tratamientos 9 y 10 (50% escoria de 3 mm (1/8") y 50% escoria fina de 0.25- 2 mm., 100 % escoria 3 mm (1/8")), el porcentaje es menor, esto debido a que la escoria de 1/8, pudo influir debido a su tamaño.

Cuando el suelo tiene una estructura muy fina, es recomendable que se mezcle con materiales que puedan aumentar la porosidad del mismo, para mejorar la entrada de aire y evacuación de excesos de agua, con lo cual se está proporcionando un medio adecuado para el desarrollo radicular (Ansonera, 1994). Esta es una característica que en base a los resultados obtenidos se logró en el tratamiento 2 (50% *peat* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm) en donde la escoria aporta al suelo la porosidad necesaria para generar rápidamente las raíces.

La porosidad es un factor muy importante, ya que con la presencia de poros pequeños hay mayor retención de humedad, mientras que con poros grandes hay mayor evacuación de los excesos de agua. Lo que se pretende es encontrar un equilibrio, ya que una desproporción en la porosidad puede causar la muerte de la

planta por exceso de agua dentro del sustrato. Por otro lado, si ocurriera lo contrario, muy poca retención de agua podría estar interrumpiendo la actividad fisiológica natural de la planta.

### 7.6 PORCENTAJE PRESENCIA DE CALLOS

A continuación se presenta la figura del análisis de porcentaje de presencia de callos en el cual presenta diferencia entre tratamientos.

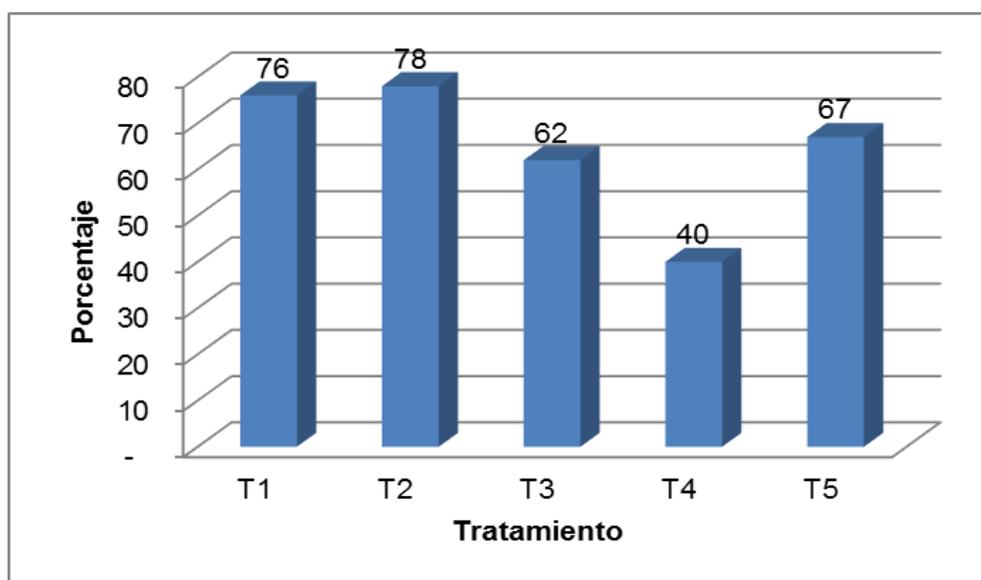


Figura 8. Porcentaje de presencia de callos de esquejes de *Dianthus chinensis* Variedad DC1.

En la figura se puede observar que el tratamiento 2 (50% *peat* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm) obtuvo el mayor porcentaje de presencia de callos, seguido por el tratamiento 1, siguiendo exactamente la misma tendencia de la variable de respuesta raíces mayores a 1 cm. Lo anterior tiene lógica, puesto que los callos son los antecesores a las raíces, y existe una relación directa entre la presencia de callos y las futuras raíces.

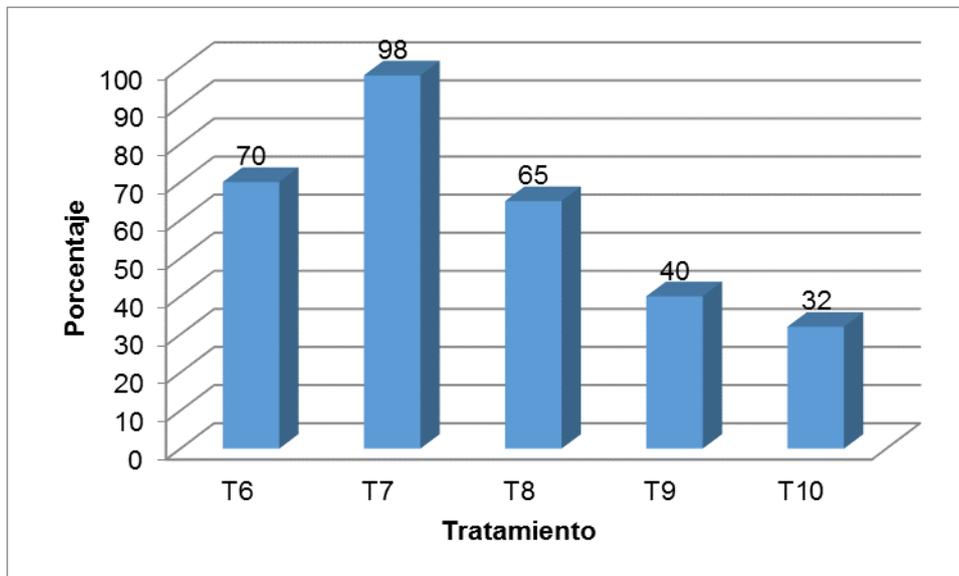


Figura 9. Porcentaje de presencia de callos de esquejes de *Dianthus chinensis*. Variedad DC2.

En la figura (7) se determinó que en los tratamientos 7 (50% *peat* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm) y 6 (100 % *peat moss*) tuvieron la mayor presencia de callos.

En los tratamientos 8,9 y 10 el efecto de presencia de callos fue menor, manteniéndose la relación respecto a la variable de respuesta raíces mayores a 1 cm.

Las dos variedades evaluadas presentaron la misma tendencia en los sustratos, en donde se muestra que el tratamiento 2 y 7 obtuvieron los mejores resultados, al igual que para la variable raíces mayores a 1 cm.

Para la producción de pilones de calidad, es muy importante para la empresa Floricultura y Cia Ltda, que los esquejes tengan la mayor presencia de callo, pues esto está directamente vinculado a tener esquejes con raíces, por tanto el medio 50% *peat* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm, ofrece una buena ventaja tanto para la variedad 1 y variedad 2.

## VIII. CONCLUSIONES

El mejor sustrato para el desarrollo de los esquejes de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en las dos variedades evaluadas, fue el que contenía 50% *peat moss* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm, ya que presentó los mejores resultados respecto a raíces mayores a 1 cm, y presencia de callo.

El sustrato que presento las mejores condiciones para el desarrollo y crecimiento de las plantas de Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en las dos variedades evaluadas, fue el que contenía 50% *peat moss* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm. Las dos variedades se adaptaron bastante bien a las condiciones del sustrato y la respuesta al crecimiento permite la adaptación de las variedades a producción de mayor cantidad de semilla bajo invernadero.

Las plantas de clavel para la siembra son evaluadas también por su calidad para dar origen a plantas con buenas características para el desarrollo de semillas. En la evaluación el sustrato que brindó las mejores características en ambas variedades fue 50% *peat moss* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm.; disminución en la inducción de pilones, incremento en parte aérea (frondosidad), presencia de callo, generación de raíces para dar origen al crecimiento del pilón.

La variedad DC1 presentó las mejores características peso seco parte aérea (área foliar) en comparación a la variedad DC2, aunque la variedad DC1 presentó mayor cantidad de plantas inducidas (florales), característica que inherente a la genética de la variedad.

## IX. RECOMENDACIONES

Realizar otras investigaciones con los mismos sustratos con mezclas usadas en el estudio, hasta llevar la investigación a la etapa de cosecha para evaluar rendimientos, donde se evalúen los costos fijos y variables de la producción del Clavel Chino (*Dianthus chinensis*) en sus dos variedades.

Se recomienda el uso del sustrato que contenían 50% *peat moss* y 50% escoria de 0.25mm a 2mm en las proporciones utilizadas en esta investigación para la aplicación en el cultivo de clavel, de las variedades evaluadas.

Se recomienda que para futuras investigaciones tanto para cultivo de clavel bajo invernadero como para otros cultivos en donde se pretende utilizar escoria volcánica, se realicen evaluaciones químicas del material, ya que estas se ven influenciadas a través del tiempo.

Para las evaluaciones realizadas con esquejes de clavel o siembra de los mismos, se recomienda realizar el corte del esqueje a sembrar de manera horizontal no vertical, ya que este corte impide el crecimiento de raíces homogéneas, tanto para el desarrollo del esqueje como para la medición de las mismas.

## X. BIBLIOGRAFIA

- Acevedo, I. y R. Pire. (2007). Caracterización de sustratos hortícolas enmendados con lombricompost. Rev. Unell. Cienc. Tec. 25: 1-9.
- AGEXPORT. (2007). Comisión de plantas ornamentales, flores y follajes Agexport. (En línea). Consultado 20 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.export.com.gt/Portal/Entities/ShowContent.aspx?Eid=1890&Path=Documents/ImgLinks/2007-09/1890/ViewImgLinks.doc.%20NUEVO.doc&ContentType=application/msword&lid=572>
- AGEXPRONT. (2005). Plantas ornamentales, flores y follajes (En línea). Consultado 10 de agosto de 2008. Disponible en: [http://www.export.com.gt/acercade/comisiones/plantas\\_es.aspx](http://www.export.com.gt/acercade/comisiones/plantas_es.aspx)
- Alvarado. (2006). Análisis de Costos de inversión, Mantenimiento e Ingresos de diferentes Sistemas de Cultivo en Sustrato y en Suelo en la Producción de Rosa y Clavel (En línea). Consultado 10 de agosto de 2008. Disponible en: [http://64.233.169.104/search?q=cache:Lde6lPuS6isJ:www.maa.gba.gov.ar/agricultura\\_ganaderia/floricultura/EXTENSION/36.doc+en+el+cultivo+de+la+rosa+el+sistema+sin+suelo+se+ha+venido+implementando+como+una&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=gt](http://64.233.169.104/search?q=cache:Lde6lPuS6isJ:www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/EXTENSION/36.doc+en+el+cultivo+de+la+rosa+el+sistema+sin+suelo+se+ha+venido+implementando+como+una&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=gt)
- AMT. (2008). Preparación de sustratos para invernadero. (En línea). Consultado 14 de octubre de 2008. Disponible en: [http://www.medinaemprende.com/index.php?option=com\\_content&task=view&id=38&Itemid=34](http://www.medinaemprende.com/index.php?option=com_content&task=view&id=38&Itemid=34)
- Badilla, Y. (2005). Enraizamiento de estacas de especies forestales. (En línea). Consultado 17 de octubre de 2008. Disponible en: <http://64.233.169.104/search?q=cache:aeyTSH8tK4J:www.itcr.ac.cr/revistakuru/anteriores/anterior6/pdf/Solucion%25201.pdf+las+bandejas+pl%C3%A1sticas+de+98128+unidades&hl=es&ct=clnk&cd=1&gl=gt>

Ball, V. (1998). Ball Red Book. 16th edition. Ball Publishing. USA. 816 pp.

Barillas, J (2 de agosto de 2008). Entrevista personal

Calderón, A. (2000). Sustratos agrícolas (En línea). La Pintana . Consultado 15 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.biosustratos.cl/pdf/Sustratos%20agricolas1.pdf>

Chistensen, H. (1998) Estadística paso a paso. México, México. (3ra. Ed.). 180 p.

Fradejas, A. (2006). Perspectivas para la agricultura familiar campesina de Guatemala en el contexto DR-CAFTA. (En línea). IDRC. Consultado 10 de agosto de 2008. Disponible en: [http://www.gtagricom.org/publique/media/DR-CAFTA-Perspectivas\\_agricultura\\_familiar\\_campesina\\_de\\_Guatemala.pdf](http://www.gtagricom.org/publique/media/DR-CAFTA-Perspectivas_agricultura_familiar_campesina_de_Guatemala.pdf)

Flórez, V. (2005). Aumenta cooperación entre la Universidad Nacional y la Universidad de Almería, España (En línea). Consultado 13 de agosto de 2008. Disponible en: <http://unperiodico.unal.edu.co/ediciones/98/22.html>

García, I. (2007). Evaluación de dos sustratos y seis concentraciones de ácido endolbutrítico para el enraizamiento de acodos aéreos en dracaena (*Dracaena marginata Lam.: Agavaceae*) Finca La Esperanza, Coatepeque, Quetzaltenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala. Facultad de agronomía.URL. 70 p.

GRIN. (2014). Germoplasm Resources Information Network. Estados Unidos de Norteamérica, USDA. Consultado 03 de Noviembre de 2014. Disponible en: <http://www.ars-grin.gov/cgi-bin/npgs/html/taxon.pl?13827>

Guillen, S, A.E. (2005) Cambio metodológico en la producción de acodos de Schefflera arboricola libres de sustrato, implementado en la Finca Follajes de Guatemala, San Jerónimo, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, Facultad de Agronomía. URL. 32p.

Hartman H. T y Kester D. E. (1988) Propagación de plantas (2da. Edición, México). Compañía Editorial Continental. 245. pp.

Hernández M. (2002). Efecto de la aplicación de quitosana en la germinación y crecimiento de clavel (Dianthus caryophyllus L.). CITMA. Consultado 18 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.ciget.pinar.cu/No.2002-2/clavel.htm>

Hernández, J. (2012). Estadística inferencial. (En línea). Consultado 13 de mayo de 2014. Disponible en: <http://estadisticajujo.weebly.com/prueba-de-tukey.html>

Hernández N. (2012). En busca del sustrato ideal. (En línea). Consultado el 15 de mayo de 2014. Disponible en: <http://www.hortalizas.com/horticultura-protegida/en-busca-del-sustrato-ideal/>

Herrera, J. (2004). Evaluación de sustratos en el cultivo del Clavel Chino Dianthus 'Telstar Picotet' en macetas (En línea). Consultado 14 de agosto de 2008. Disponible en: [http://bibagr.ucla.edu.ve/cgi-win/be\\_alex.exe?Palabra=DIANTHUS&Nombrebd=UCLA-AGVET](http://bibagr.ucla.edu.ve/cgi-win/be_alex.exe?Palabra=DIANTHUS&Nombrebd=UCLA-AGVET)

InfoAgro. (2008). El cultivo de clavel. (En línea). Consultado 8 de agosto de 2008. Disponible en: <http://www.infoagro.com/flores/flores/clavel.htm>

InfoAgro. (2008). Tipos de sustratos de cultivo. (En línea). Consultado 20 de agosto de 2008. Disponible en: [http://www.infoagro.com/industria\\_auxiliar/tipo\\_sustratos.htm](http://www.infoagro.com/industria_auxiliar/tipo_sustratos.htm)

Jiménez, R. y M. Caballero. (1990). El cultivo industrial de plantas en maceta.

Ediciones de Horticultura. Reus, España. 664 p.

Montecinos, P. (2008). Estudio de mercado para flores de corte. (En línea). UEDC.

Consultado 20 de agosto de 2008. Disponible en:  
<http://www.agronomiachillan.cl/Articulos/Pmontecinos/Emflores.doc>

Montoya, A. (2002). Análisis de Costos de inversión, Mantenimiento e Ingresos de diferentes Sistemas de Cultivo en Sustrato y en Suelo en la Producción de Rosa y Clavel (En

línea). Consultado 16 de agosto e 2008. Disponible en:  
[http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura\\_ganaderia/floricultura/EXTENSION/36.doc](http://www.maa.gba.gov.ar/agricultura_ganaderia/floricultura/EXTENSION/36.doc)

Muñoz, C. (2001). Evaluación de la producción de plántulas de clavel (*Dianthus caryophyllus* L. var. Chabaud Picotee) a partir de semilla en dos sustratos mezclados en cuatro proporciones diferentes, en la comuna de Quilpué, quinta

región, Chile. (En línea) Consultado 10 de agosto de 2008. Disponible en:  
<http://orton.catie.ac.cr/cgi-bin/wxis.exe/?IsisScript=BIBACL.xis&method=post&formato=2&cantidad=1&expresion=mfn=031961>

Pomareda. (Agosto 2003). Las Relaciones entre el Comercio y el Desarrollo Sostenible en la Agricultura de Centroamérica. Resumen Ejecutivo. (En

línea).iisd. Consultado 10 de agosto de 2008. Disponible en:  
[http://www.tradeknowledgenetwork.net/pdf/tkn\\_trade\\_sdagi\\_sum\\_es.pdf](http://www.tradeknowledgenetwork.net/pdf/tkn_trade_sdagi_sum_es.pdf)

Yurrita, M. (1978). Cultivo comercial de flores. Guatemala, Guatemala. (2da. Ed.).126 p.

Yurrita, M. (1990). Flores y frutos. Guatemala, Guatemala. URL: PROFASR. 181 p.

### VIII. ANEXOS

Cuadro No. 10 Cronograma de actividades.

ACTIVIDAD	SEMANAS											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Elección de esquejes	■											
Preparación de sustratos	■											
Extracción de esquejes	■											
Almacenamiento de esquejes	■											
Aplicación de hormonas para enraizar los esquejes	■											
Plantado de esquejes en bandejas	■											
Enraizamiento de segmentos	■	■	■									
Mist (Neblinado)	■	■										
Riego				■	■	■	■					
Fertilización		■	■	■	■	■	■					
Manejo de sombras		■	■	■		■						
Supervisión del experimento		■		■		■	■					
Manejo del experimento	■	■	■	■	■	■						
Toma de datos								■				
Análisis de información								■	■			
Elaboración de informe								■	■	■	■	■



Figura 10. Pilonos de clavel, variedad DC1.



Figura 11. Bandeja utilizada para pilonos.



Figura 12. Raíces mayores a 1 cm. Plántulas de clavel



Figura 13. Lote de selección de esquejes (*Dianthus chinensis*).



Figura 14. Increase block (lote de plantas madres de *Dianthus Chinensis*).



Figura 15. Bandejas sembradas de variedades de clavel (variedad CD1).



Figura 16. Bandejas sembradas de variedades de clavel (variedad CD1)



Figura 17. Plantas de clavel desarrolladas utilizadas para esquejes y semillas.