



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLAN



V N A M

7
24

**“EVALUACION DE LA DENSIDAD DE TALLOS FLORALES EN LA
PRODUCCION DE CLAVEL (Dianthus caryophyllus L.) BAJO
UN SISTEMA HIDROPONICO”**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
INGENIERO AGRICOLA

P R E S E N T A N

JORGE CERVANTES RODRIGUEZ

ZENORINA ISABEL MAGDALENO FLORES

ASESOR: M. C. LUIS RICARDO CAZAREZ GARCIA

**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**



UNAM – Dirección General de Bibliotecas Tesis Digitales Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS © PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

INDICE

	Página
INDICE DE CUADROS Y FIGURAS	i
RESUMEN	vii
1.- INTRODUCCION	1
2.- OBJETIVOS E HIPOTESIS	4
2.1 Objetivos	4
2.2 Hipótesis	4
3.- REVISION DE LITERATURA	5
3.1 Importancia de la floricultura	5
3.2 Origen del clavel	8
3.3 Descripción botánica	8
3.4 Requerimientos del cultivo	10
3.4.1 Clima	10
3.4.2 Temperatura	11
3.4.3 Suelo	12
3.4.4 pH	13
3.4.5 Humedad relativa	14
3.4.6 Fotoperíodo	14
3.4.7 Calidad del agua	16
3.4.8 Riegos	17
3.4.9 Fertilización	18
3.5 Manejo del Cultivo	20
3.5.1 Propagación	20

3.5.2	Plantación	21
3.5.3	Despunte	27
3.5.4	Tutoreo	28
3.5.5	Desbotonado	28
3.5.6	Plagas y enfermedades	29
3.5.7	Cosecha	31
3.5.8	Normas de calidad	32
3.6	Generalidades de la hidroponia	34
3.6.1	Antecedentes	34
3.6.2	Sustratos	38
3.6.3	Técnica de cultivo en grava	39
3.6.4	Cultivo del clavel en hidroponia	41
4.-	MATERIALES Y METODOS	45
4.1	Localización del experimento	45
4.2	Descripción del invernadero	45
4.3	Diseño experimental	46
4.3.1	Unidad experimental	46
4.3.2	Modelo estadístico	46
4.4	Manejo del cultivo	47
4.4.1	Poda	47
4.4.2	Riegos	48
4.4.3	Preparación y cambio de la solución	48
4.4.4	Aclareo	50
4.4.5	Tutoreo	51
4.4.6	Eliminación de brotes laterales	51

4.4.7	Desbotonado	52
4.4.8	Control de plagas y enfermedades	52
4.4.9	Cosecha	53
5.-	RESULTADOS Y DISCUSION	56
5.1	Altura de tallo	56
5.2	Longitud de cáliz	57
5.3	Distancia entre nudos	58
5.4	Diámetro de cáliz	60
5.5	Diámetro de tallo	61
5.6	Número de hojas y nudos	62
5.7	Diametro de corola	63
6.-	CONCLUSIONES	65
7.-	APENDICE	67
	BIBLIOGRAFIA	75

INDICE DE CUADROS Y FIGURAS

	Página
Cuadro 1. Importación de clavel estándar realizada por Estados Unidos en 1990.	7
Cuadro 2. Efecto de las temperaturas sobre el clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) variedad "Sim".	12
Cuadro 3. Clasificación del clavel por grados de calidad en base al diámetro de la flor y longitud del tallo.	34
Cuadro 4. Tratamientos utilizados en el cultivo de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) bajo un sistema hidropónico.	47
Cuadro 5. Composición de la solución nutrimental para clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) bajo un sistema hidropónico.	50
Cuadro 6. Asignación al azar de los tratamientos en el cultivo de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.).	51

- Cuadro 7. Productos quimicos utilizados para la prevencion y control de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de clavel (Dianthus carvophyllus L.). 53
- Cuadro 8. Promedios de los tratamientos para la variable ALTURA DE TALLO en el cultivo de clavel (Dianthus carvophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 57
- Cuadro 9. Promedios de los tratamientos para la variable LONGITUD DE CALIZ en el cultivo de clavel (Dianthus carvophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 58
- Cuadro 10. Promedios de los tratamientos para la variable DISTANCIA ENTRE NUDDS en el cultivo de clavel (Dianthus carvophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 59
- Cuadro 11. Promedios de los tratamientos para la variable DIAMETRO DE CALIZ en el cultivo de clavel (Dianthus carvophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 61

- Cuadro 12. Promedios de los tratamientos para la variable DIAMETRO DE TALLO en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 62
- Cuadro 13. Promedios de los tratamientos para la variable NUMERO DE HOJAS Y NUDOS en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 63
- Cuadro 14. Promedios de los tratamientos para la variable DIAMETRO DE COROLA en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco. 64
- Figura 1. Momento del corte de las flores a 3/4 partes abiertas. 54
- Figura 2. Momento de evaluar el diámetro de la corola. 55

INDICE DE CUADROS DEL APENDICE

	Página
Cuadro 1A Análisis de varianza para la variable ALTURA DE TALLO de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	68
Cuadro 2A Comparacion de medias con el método (Tukey 5%) para la variable ALTURA DE TALLO de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	68
Cuadro 3A Análisis de varianza para la variable LONGITUD DE CALIZ de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	69
Cuadro 4A Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable LONGITUD DE CALIZ de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	69
Cuadro 5A Análisis de varianza para la variable DISTANCIA ENTRE NUDDS de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	70

Cuadro 6A	Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DISTANCIA ENTRE NUDDOS de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	70
Cuadro 7A	Análisis de varianza para la variable DIAMETRO DE CALIZ de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	71
Cuadro 8A	Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DIAMETRO DE CALIZ de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	71
Cuadro 9A	Análisis de varianza para la variable DIAMETRO DE TALLO de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	72
Cuadro 10A	Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DIAMETRO DE TALLO de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	72
Cuadro 11A	Análisis de varianza para la variable NUMERO DE HOJAS Y NUDDOS de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	73

Cuadro 12A	Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable NUMERO DE HOJAS Y NUDOS de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	73
Cuadro 13A	Análisis de varianza para la variable DIAMETRO DE COROLA de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	74
Cuadro 14A	Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DIAMETRO DE COROLA de clavel (<u>Dianthus caryophyllus</u> L.) cv. V-20 Blanco.	74

RESUMEN

La floricultura es una de las ramas de la agricultura, en donde la calidad del producto es el factor más importante del éxito.

Con el fin de presentar al sistema de cultivo hidropónico como una técnica alternativa en la producción comercial de flores, se realizó este experimento con clavel (Dianthus carvophyllus L.) variedad "White Sim" cv. V-20 Blanco en invernadero, evaluando tres densidades de tallos por planta para determinar el efecto de estas sobre la calidad de la flor.

Se utilizó el modelo estadístico completamente al azar con tres tratamientos y dos repeticiones, siendo el factor de variación la densidad de 4, 5 y 6 tallos florales por planta. Las unidades experimentales fueron irrigadas por el método de subirrigación utilizando una sola concentración de la solución nutritiva, basada en los rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos y de iones según Schwarz (1975).

Al momento de la cosecha se tomaron al azar 20 plantas por unidad experimental y se les evaluó: altura de tallo, altura de cáliz, distancia entre nudos, diámetro de cáliz, diámetro de tallo, número de hojas y nudos y diámetro de corola para determinar el grado de calidad que estas presentaron.

Los resultados obtenidos indican que los tratamientos evaluados son estadísticamente iguales en calidad para todos los parámetros, por lo tanto es posible manejar hasta 6 tallos florales por planta de acuerdo con las condiciones de producción utilizadas en este experimento, logrando así una densidad promedio de 168 tallos/m² y una calidad que se puede considerar como de exportación.

1. INTRODUCCION.

México tiene un gran potencial en la producción de plantas ornamentales, entre las que se encuentran las flores de corte y las plantas de follaje. Estas satisfacen las necesidades básicas de nuestro país, como son la generación de empleo en el medio rural y de divisas para la economía nacional, factores de reconocida importancia para las condiciones por las que atraviesa. Actualmente el país cuenta con 350 hectáreas para el cultivo de la flor cortada bajo invernadero ubicados en los Estados de: México, Michoacán, Morelos, Puebla, principalmente, y en algunos otros como Nuevo León, Coahuila, Baja California Norte y Sonora.

Las flores y plantas ornamentales presentan el problema de altas necesidades de mano de obra, así como gastos cada vez más elevados de los medios que utilizan. Es por ésto, por lo que para justificar su rentabilidad es necesario obtener un incremento en las cosechas y una calidad selecta manteniendo un elevado porcentaje de garantías de éxito del cultivo.

En la actualidad se considera a la Hidroponia como una rama establecida y en pleno crecimiento de la Agronomía, sobre la cual se realizan numerosas investigaciones tendientes, por un lado, a reducir costos de operación y producción, a buscar sistemas más accesibles para el productor, a diseñar aparatos y equipos que tiendan a aumentar el rendimiento, y por otro, a enriquecer el avance científico y tecnológico.

La Hidroponia es una técnica intensiva de producción de plantas, que se caracteriza principalmente porque el sistema radicular es abastecido de agua y nutrientes de una manera controlada, según las exigencias de cada especie y de proporcionar a las plantas en cada fase de su desarrollo los elementos nutritivos en las concentraciones y proporciones más adecuadas, a través de una solución de elementos esenciales, teniendo como medio de cultivo un sustrato inerte, diferente del suelo agrícola que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

A nivel mundial entre los sistemas hidropónicos más utilizados para fines comerciales, destaca el de subirrigación también llamado americano original, el cual se caracteriza porque el mismo tubo que sirve para el riego de las camas se utiliza para el drenado de éstas.

Una de las flores de corte que ha presentado buenos rendimientos con la técnica hidropónica es el Clavel, que es la planta mundialmente más cultivada para la producción de flor cortada. Si el cultivo se realiza en condiciones adecuadas y con tecnología avanzada (Hidroponia) puede producir flor continuamente de buena calidad durante dos o tres ciclos.

En países como Bélgica y Holanda se ha prestado atención al cultivo hidropónico del clavel y se han efectuado numerosos ensayos, destacando principalmente en los resultados el mayor rendimiento y

calidad que se obtiene en el cultivo hidropónico en los claveles, (Penningsfeld, 1983).

Es necesario recalcar que, a diferencia del cultivo del clavel a la intemperie, su cultivo en invernadero y con la técnica de Hidroponia permite no solo producirlos en cualquier época del año, sino obtener una calidad superior que, a su vez, repercute en los precios de venta. Esto se logra a base de controlar al máximo los diversos factores que afectan a las plantas, tales como la solución nutritiva, la humedad relativa, la temperatura ambiente, entre otros. Lo anterior requiere, por lo tanto, de una gran disciplina y cuidado en la realización del manejo del cultivo y del equipo del invernadero.

Por lo anteriormente expuesto se eligió la producción de clavel para flor de corte, en invernadero bajo un sistema hidropónico por subirrigación, con el cual se evaluaron densidades de tallos florales y su influencia en la calidad de la flor.

2. OBJETIVOS E HIPOTESIS

2.1 OBJETIVOS

* Determinar el efecto de la densidad de tallos florales en la calidad de la flor del clavel, bajo un sistema hidroponico

* Determinar el efecto de la densidad de tallos florales sobre las variables morfológicas en el cultivo del clavel bajo un sistema hidropónico.

2.2 HIPOTESIS

* En un sistema hidroponico de producción, la calidad de la flor no se altera, independientemente del número de tallos que se tengan por planta.

3. REVISION DE LITERATURA

3.1 Importancia de la Floricultura

La floricultura es una de las ramas más minuciosa de la agricultura en donde la calidad del producto es el factor más importante del éxito, por lo que se deben aprovechar al máximo tanto las diferentes técnicas de cultivo en suelo, como las ventajas que brinda la técnica Hidropónica.

En México el cultivo de las flores es tan antiguo como la propia historia. Los indígenas, desde mucho antes de la llegada de los españoles, cultivaban flores (Cempazuchilt, Nochebuena etc.) con esmero y dedicación por la gran admiración que sentían por su policromática belleza. Las reseñas arqueológicas describen los jardines floridos de los chichimecas, famosos por ser auténticas obras de arte.

A raíz de la Conquista, la diversidad de plantas de ornato se enriqueció notablemente, de manera que en la actualidad en cualquier jardín del medio rural o en las macetas de las casas habitación del medio urbano, se encuentran especies de los cinco continentes.

En el país, la investigación y la práctica han empezado a generar tecnología florícola adecuada a las características de los diversos microclimas, ya que existen condiciones ecológicas que permiten cultivar casi todas las especies florales demandadas por el

mercado nacional y el de exportación, ya sea en forma de flor cortada, follajes, plantas y arbustos ornamentales.

La superficie dedicada a la horticultura ornamental, particularmente de flores ha experimentado una creciente expansión: de 500 hectáreas en 1977 a 2000 en 1979 y 3500 en 1983 (Ramírez, 1991).

Actualmente existen alrededor de 7000 hectáreas dedicadas a la producción de flores para el consumo nacional, de las cuales el 95% se cultivan "a cielo abierto" en áreas muy pequeñas y en diversas condiciones en cuanto a procesos productivos se refiere (Russildi y Sánchez, 1989).

Para la exportación se encuentran instaladas cerca de 350 hectáreas de invernaderos, y otra superficie similar de cultivos a campo abierto, en donde se conjuntan los principales productos florícolas, siendo éstos principalmente las margaritas, statics, rosas, gladiolas, clavel, crisantemo, pompom y follajes cortados.

La magnitud de la planta productiva e infraestructura nacional de floricultura moderna es pequeña, ya que la superficie cubierta por invernaderos presenta menos del 10% de Colombia y 8% de las instalaciones de Holanda.

Durante 1990, E.U.A. importó más de mil millones de tallos de clavel, su principal proveedor fue Colombia, quien participa con el 95.85% del total de las operaciones. En este tipo de flor México ocupa el tercer lugar, en este año apenas se logró exportar alrededor de 14 millones de tallos lo que significa el 1.3% de las

importaciones de E.U.A. de clavel estándar, el total de las importaciones fue de 1,059 millones de tallos (Tapia, 1990).

CUADRO 1. Importación de clavel estándar realizada por Estados Unidos en 1990.

PAIS	MILES DE TALLOS	PORCENTAJE DE PARTICIPACION
Colombia	1'015,760	95.85
Ecuador	14,047	1.32
México	13,784	1.30
Guatemala	5,904	0.55
Perú	3,481	0.33
Otros países	2,793	0.26
Holanda	2,216	0.21
Chile	1,269	0.12
Bolivia	200	0.01
TOTAL	1'059,455	100.00

FUENTE: Tapia, 1990

Hasta el mes de Mayo de 1991, nuestro país ocupó el octavo sitio como productor a nivel mundial, participó con el 1% de la oferta global, y abastece el 5% de las compras que de flores hace anualmente Estados Unidos (Rodríguez, 1991).

3.2 Origen del clavel

El Clavel, (Dianthus caryophyllus L.), originario del área mediterránea, ha sido cultivado desde hace más de dos mil años. En el año 300 a.c. fue mencionado por Theophrastus en su "Historia de las plantas", con el nombre de "Dianthus" que traducido del griego significa "Flor Divina", y que le fue dado debido a su grato perfume; asimismo, se tiene noticia de que los Griegos en esta época utilizaban la flor para aromatizar vinos. El nombre específico caryophyllus le fue asignado por ser este el que se usó antiguamente como nombre genérico para el clavo, la fragancia básica del clavel. En cuanto al nombre común, "clavel", aparentemente se deriva de "coronación", pues los griegos usaron estas flores para tejer las coronas que ofrecían a sus atletas (Holley y Baker, 1963).

Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XVI que el cultivo del clavel alcanzó verdadero auge comparable al de las flores más apreciadas; iniciándose durante este periodo las mejoras a las especies nativas que sólo florecen en primavera como una reacción del incremento al fotoperíodo y la temperatura.

3.3 Descripción botánica

El clavel pertenece a la Familia de las Caryophyláceas, Género Dianthus, que reúne alrededor de 250 especies, distinguiéndose de entre ellas el Dianthus caryophyllus por su aprovechamiento para flor cortada.

El clavel es una planta herbacea de aproximadamente 65 cm de altura; de tallos ramificados, duros ó semileñosos en la base; las hojas son lineales simples, opuestas, abundantes, de color verde mar, duras en su ápice, recorridas por tres a cinco nervaduras; las flores son terminales, actinomorfas, pentámeras, hermafroditas, solitarias ó agrupadas en cimas de dos a cinco, o más en cada tallo, vistosas y fragantes, de largos pedicelos y pétalos contiguos muy amplios cuyos bordes pueden ser enteros, segmentados o dentados. Los pétalos pueden ser de un solo color (rojo, rosa, blanco), o bien de varios a la vez. El caliz cilíndrico formado por cinco sépalos fusionados, con cuatro brácteas escamosas, amplias y agudas; con 10 estambres hipóginos de filamentos libres y anteras biloculares dehiscentes por líneas longitudinales; gineceo súpero, unilocular, de cuatro carpelos, con óvulos de placentación axilar y dos estilos libres; fruto capsular dehiscente por cuatro valvas en el ápice (Rzedowski, 1981).

Clasificación taxonómica del clavel:

Reino:	Vegetal
División:	Embryophyta
Subdivisión:	Angiospermae
Clase:	Dicotyledoneae
Orden:	Centrospermae
Familia:	Caryophyllaceae
Genero:	<u>Dianthus</u>
Especie:	<u>Dianthus caryophyllus</u> L.

(Sánchez, 1974).

3.4 Requerimientos del cultivo

En el mundo, las áreas de "climas naturales" para los claveles generalmente tienen lugar cerca de los 30 grados norte o sur y en las orillas occidentales de los continentes (Larson, 1988).

En nuestro país, los estados productores de clavel son: el Estado de México (principalmente en los poblados de Tenancingo, Villa Guerrero, Santa Ana, Coatepec Harinas, La Asunción y Texcoco), y Michoacán (Tuxpan, Cd. Hidalgo, Turundeo y Zitácuaro). Otros Estados que participan en la producción de esta flor son Puebla, Veracruz, Morelos y el Distrito Federal. Es importante mencionar que el Estado de México participa con casi la mitad del total de hectáreas cultivadas de clavel en el país (Anónimo, s/f).

La superficie cultivada en dichos Estados es en su mayoría, de temporal y bajo condiciones controladas (invernaderos) se cultivaron hasta el año de 1991 aproximadamente 350 hectáreas (Ruiz, 1991).

3.4.1 Clima

El cultivo del clavel se encuentra ampliamente distribuido en las zonas templadas, en las que es susceptible a cultivarse a la intemperie o en invernadero donde se desarrolla óptimamente mediante un manejo adecuado; su vida productiva es de dos a dos y medio años, obteniéndose flores de gran calidad.

3.4.2 Temperatura

Se ha comprobado que la temperatura incide directamente sobre el crecimiento de hojas y tallos, así como en el tamaño y forma de las flores, es decir, sobre su calidad; además tiene un marcado efecto sobre los rendimientos (Anónimo, s/f y Guerrero, 1987).

La temperatura óptima para establecer una producción de clavel para flor cortada no debe ser mayor a 25 ni menor de 10°C, sin embargo, Hernández (1983), menciona que la temperatura mínima puede ser de 12 y la máxima de 24°C. Por otro lado, para Larson (1988), estos límites son 15 y 22 grados respectivamente.

Hanan y Zaborcky (1980), señalan que en un experimento con claveles cv. CSV Rojo y Blanco No.1 tuvieron un atraso en la floración, una reducción en la calidad de las flores de corte y un incremento en el número de "cabezas de toro", cuando la temperatura durante la noche se mantuvo a 6.5°C.

En el caso específico del clavel, las temperaturas nocturnas tienen una especial importancia, ya que es durante la noche, cuando la planta se dedica a crecer utilizando todas las sustancias nutritivas que pudo elaborar durante el día. Además este período nocturno influye en la iniciación de flores.

Como se puede observar las recomendaciones sobre requerimientos de temperatura son muy diversas; aunque deben evitarse las variaciones bruscas durante el día y la noche, ya que ocasionan diversos efectos como los que se presentan en el siguiente cuadro:

CUADRO 2. Efecto de las temperaturas sobre el clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) variedad "Sim".

TEMPERATURA	EFECTO SOBRE LAS PLANTAS
0°C.	Temperatura mínima letal para la flor
4°C.	Temperatura mínima para la floración
12°C.	Temperatura mínima para la formación de botones florales
18-21°C.	Temperatura diurna óptima para el cultivo
10-12°C.	Temperatura nocturna óptima para el cultivo
38-40°C.	Temperatura máxima letal para el crecimiento.

FUENTE: Guerrero, 1987.

En base a lo anterior se puede decir que la elección de una adecuada combinación de temperaturas en el día y en la noche es importante para un buen desarrollo del cultivo, bajo condiciones de invernadero.

3.4.3 Suelo

Es indiscutible que el medio donde se desarrollen las plantas debe contar con características tales como: buena aireación, drenaje adecuado, buena capacidad de retención de humedad, fertilidad y ausencia de plagas, hongos y bacterias que puedan causar daño a las plantas.

El clavel es exigente en cuanto a los suelos. Los prefiere del tipo arcillo-areno-calizos, de consistencia media y ricos en humus que faciliten la penetración y el normal desarrollo del sistema radicular.

En los suelos donde se cultiva el clavel siempre debe existir un nivel medio de humedad; cuando el agua es insuficiente origina flores más pequeñas y con menor número de pétalos, siendo el tallo y el follaje más rígidos. Por otro lado, si las plantas se cultivan en suelos que permanecen húmedos, presentan un desarrollo pobre de la raíz, se alargan los entrenudos y las plantas se marchitan más fácilmente (Juvenal, 1981).

3.4.4 pH

El pH es determinante para un buen desarrollo de las plantas. Un pH de 6.5 a 7.5 es ideal para el cultivo del clavel, aunque presenta mejor respuesta cuando el valor es ligeramente menor a 7.0, es decir, cuando el suelo es ligeramente ácido (valores de 6.5-7.0). La cantidad y calidad de las sales en el suelo puede influir tanto en la estructura del suelo como en el aumento o disminución del pH.

Aun cuando al clavel se le puede considerar como una planta de mediana resistencia a la salinidad, una elevada cantidad de sales en el suelo constituye un factor adverso al desarrollo de la planta;

se recomienda que el suelo tenga menos de 4 milimhos por centímetro cuadrado (Anónimo, s/f).

3.4.5 Humedad relativa

La humedad relativa idonea, cuando se trata de cultivo en invernadero, oscila entre el 60 y 70%. Favorece el desarrollo de la planta y regula la apertura de los estomas, con lo cual la transpiración y la fotosíntesis se realizan con normalidad (Hernández, 1983).

Altos niveles de humedad relativa dentro del invernadero provocan la aparición de algunas enfermedades (principalmente el moho gris y la roya del clavel), ya que el agua se condensa sobre las hojas y flores y las mantiene húmedas por mucho tiempo, siendo éste un medio óptimo para el desarrollo de muchos hongos y bacterias causantes de las enfermedades mientras que los bajos niveles favorecen el desarrollo de la araña roja principalmente.

3.4.6 Fotoperiodo

En un invernadero, la intensidad de la luz natural depende del material de su cubierta y del ambiente atmosférico de la zona; en estas condiciones la intensidad y duración de la luz son de los factores más importantes que intervienen en la producción de flores y

desarrollo de las plantas, porque éstas están íntimamente relacionadas con la temperatura del invernadero, es decir, cuanto más intensa y mayor sea la duración de la luz del día, mayor será la temperatura que se registre en el invernadero y viceversa.

En cuanto a los requerimientos de horas luz, el clavel es una planta de día largo facultativo en el que la formación de la flor se promueve por días largos y se retrasa pero no se impide por días cortos. La luminosidad es un factor muy importante para el desarrollo normal del clavel, que influye enormemente en su calidad, sanidad y en la producción total (Holley y Baker, 1963).

La falta de luz se manifiesta por la formación de brotaciones débiles, retraso en el crecimiento y aumento de las enfermedades fungosas. Durante los días largos se aceleran los procesos de formación y apertura de flores, mientras que durante los días cortos, de menos horas luz, los entrenudos aumentan su crecimiento en longitud (Hernández, 1983).

Harris (1962), reporta que bajas intensidades de luz y días cortos retrasan la iniciación floral en Claveles "White Sim" pero se incrementa el desarrollo de hojas. Un período de iluminación dado en la mitad de la noche es más efectivo en promover la iniciación floral que un período equivalente dado alargando el día. La longitud de los entrenudos es similar en estos tratamientos.

Plantas de clavel en invernadero cv. CSU rojo y CSU blanco fueron plantados en abril-mayo en bancales de suelo y un trazo de CSU rojo en uno de grava; fueron cultivados con diferentes períodos de

iluminación del anochecer al amanecer. Las plantas en grava aparecieron más rápido que las producidas en suelo con los tratamientos de iluminación y la calidad de las flores fue mejor. La iluminación para la primer cosecha adelantó en una semana la mayor floración. La mayor producción anual fue de 581 flores/m² para plantas producidas en grava con iluminación cíclica, comparado con el mínimo, 495 flores/m² para plantas producidas en grava sin iluminación (Hanan, 1979).

Mastalerz (1983), menciona que plantas de cv. Improved Pink Sim fueron producidas en una densidad de plantación de 36 a 84 plantas/m² e iluminadas con lámparas fluorescentes e incandescentes del anochecer al amanecer. Las plantadas en julio e iluminadas requirieron de 115-130 días para florecer y plantas sin luz florecieron a los 185-200 días; cuando se plantaron a mediados de diciembre, las iluminadas florecieron de 152 a 166 días y las plantas sin iluminar florecieron a los 170 días.

3.4.7 Calidad del agua

La calidad del agua, desde un punto de vista agrícola, es un término que se utiliza para indicar la conveniencia o no de su empleo para fines de riego.

La calidad del agua se determina por:

- 1.- La concentración total de sales solubles (conductividad eléctrica (CE)),

- 2.- La concentración relativa de sodio (RAS) respecto a otros elementos,
- 3.- La concentración de Boro u otros elementos que pueden ser tóxicos, y
- 4.- Bajo ciertas condiciones, la concentración de bicarbonatos de Calcio y Magnesio.

Las plantas ornamentales se consideran, en general, tolerantes a las sales. El agua de riego óptima para el cultivo del clavel es aquella que contiene las siguientes características:

- Conductividad Eléctrica (CE) menor de 2.5 milimhos/cm.
- Concentración relativa de Sodio (RAS) menor de 3.
- Concentración de Cloro menor de 2 mg/l.
- Contenido de Boro menor de 1 mg/l.
- Contenido de Bicarbonatos menor de 40 mg/l ó 1.5 meq/l.
- pH entre 6.5 y 8.4 (Anónimo, s/f).

3.4.8 Riegos

Las plantas de clavel soportan bien las variaciones de humedad del suelo, pero si se encuentran sometidas a una deficiencia hídrica constante, entonces la producción disminuye.

Es una planta exigente en humedad y si se utiliza el riego por aspersión durante los primeros días de la plantación, posteriormente es necesario aplicar un riego rodado o bien por goteo de tal manera que el agua llegue directamente al suelo para evitar el

desarrollo de enfermedades en la parte aérea de las plantas (Arango, 1986).

La frecuencia de riego varía desde intervalos de 2 semanas completas en los meses de invierno, a 2 ó 3 días en el verano; no obstante esta depende de la textura del sustrato, la temperatura, la humedad del aire y el grado de desarrollo de las plantas entre otros, pero en general el suelo debe conservarse húmedo (Mazin, 1983).

Marfa et al. (1985), realizaron un experimento con clavel Sim cv. Lena bajo cubierta de plástico en una densidad de 29.6 plantas/m² en el cual se regaron por goteo de agosto a abril cuando el suelo indicó niveles de humedad en 80, 65 y 45% y fertilizados semanalmente o cada tres semanas con 19:2:27 NPK. La aplicación frecuente de NPK no tuvo efecto sobre la calidad o producción de flores. La irrigación a 80% de la humedad del suelo dio como resultado la mejor producción y longitud del tallo.

3.4.9 Fertilización

Durante todo el ciclo de producción del clavel, éste requiere de una abundante disponibilidad de nutrientes. Los principales elementos que inciden en el óptimo desarrollo de las plantas son:

El Nitrogeno influye en el crecimiento de las plantas. Una planta que tenga cubiertas sus necesidades con este elemento presenta

una coloración verde intensa, ligeramente azulada, hojas anchás, largas y con una curvatura característica.

El Fósforo es indispensable para el crecimiento y adecuado desarrollo del sistema radicular. Favorece la respiración y la fotosíntesis.

En cuanto al Potasio, éste mejora el aspecto del clavel y aumenta el vigor de las plantas cuando sus niveles en el suelo son normales. Estimula además la asimilación de los hidratos de carbono (Hernández, 1983).

En el cultivo del clavel se realiza un abonado de fondo cuando se prepara el terreno para la plantación, y el resto de los nutrientes se proporcionan a lo largo del cultivo en cobertera, aplicados en la superficie y concretamente mediante el sistema denominado fertirrigación, que consiste en mezclar los fertilizantes con el agua de riego, obteniendo así una distribución uniforme, que además facilita la rápida absorción de los elementos nutritivos.

Para proporcionar al suelo una buena fertilización de fondo es necesario efectuar los respectivos análisis, pero se puede aplicar la siguiente fertilización antes de la plantación:

- 150 gr/m² de Superfosfato de Calcio simple
- 75 gr/m² de Sulfato de Potasio
- 75 gr/m² de Sulfato de Amonio
- 100 gr/m² de Sulfato de Magnesio (Arango, 1986).

Una planta de clavel requiere de una media anual por metro cuadrado de 2-4 gr de Nitrógeno, de 3-4 gr de Fósforo y de 4-6 gr de

Potasio. Para obtener buenos resultados en la calidad de la flor es necesario mantener a lo largo del período productivo una relación N:P:K de 1:0.4:1 ó 1:0.4:1.5 (Hernández, 1983 y Guerrero, 1987).

3.5 Manejo del cultivo

3.5.1 Propagación

La propagación del clavel con fines comerciales, se realiza por medio de esquejes los cuales se obtienen de plantas madres libres de plagas y enfermedades.

Un buen esqueje de clavel considera los siguientes aspectos:

- Un peso de 10-12 gramos.
- Una longitud de 10-15 cm.
- De 4-6 pares de hojas sanas sin manchas ni perforaciones.
- Color verde uniforme (verde azulado).
- La base del tallo sin manchas ni puntos oscuros.
- Obtenidos de plantas sanas y bien nutridas.

(Anónimo, s/f).

3.5.2 Plantación

Los esquejes enraizados se deben trasplantar entre los 18 y 21 días después de haberse colocado en las camas de enraizamiento ó cuando las raíces tengan de 2-2.5 cm de longitud. La plantación debe efectuarse por la tarde cuando la temperatura y la intensidad lumínica disminuyen, evitándose así la deshidratación de los esquejes. El terreno debe encontrarse en buen estado de humedad.

La densidad de plantación depende de la época de la misma, el número de espuntes previsto, de las variedades utilizadas, de la disponibilidad de agua y de la calidad del suelo. Evidentemente a mayor densidad de plantas mayor producción de flores por m^2 , pero la calidad de las flores disminuye (Larson, 1988).

En el cultivo del clavel existen diferentes opiniones en cuanto a la densidad de plantación se refiere. Hay quiénes opinan que una baja densidad es recomendable para obtener flores de buena calidad, sin embargo hay quiénes prefieren una mayor densidad de plantación a costa de la calidad de la flor.

En Kinsealy, Dublin cuatro espaciamientos fueron comparados para obtener clavel en invernadero: 18X8, 18X16, 18X24 cm y el sistema Weirich de 10X10X30 cm. Para las plantas con abertura floral completa un espaciamiento de 18X8 cm fue más productivo dando 760 flores por m^2 , comparado con 630 flores por m^2 obtenidas de los otros espaciamientos. Para plantas sin abertura floral 18X8 y 10X10X30 cm fueron igualmente satisfactorios, es decir, 630 flores por m^2

comparadas con 580 flores por m² en un espaciamiento de 18X16 cm y 510 flores por m² a 18X24 cm. Los espaciamientos no afectaron la calidad de las flores en ningún trazo (Seager, 1965).

Oydivin (1966), realizo una investigación en la cual la plantación fue hecha en febrero a 40, 60, y 80 plantas por m²; cuando las plantas no tuvieron abertura floral, los primeros cortes de flores fueron de mayo a julio en un porcentaje de una flor por planta. Las plantas con abertura floral completa que iniciaron su floracion en septiembre los espaciamientos cerrados no promovieron una mayor producción, pero ambos redujeron el número y la calidad de las flores.

Bunt y Sheard (1967), experimentando con esquejes de clavel "William Sim" y "White Sim" plantados en espaciamientos de 12, 15, 18 y 20 cm entre plantas, encontraron que en todos los espaciamientos la producción total fue incrementada significativamente a la alta densidad pero ésta tuvo un efecto contrario sobre la calidad de la flor provocando tambien un atraso significativo en la media de brotes de la primer cosecha de flores. Dentro de una abundante producción de flores, las flores de segunda fueron producidas significativamente más tarde que las flores de primera.

Heins (1974), llevó a cabo un experimento en Colorado, con claveles cv. Linda los cuales fueron plantados el 14 de julio en densidades de 22, 33, 44, 55 y 66 plantas por m². La producción y calidad de las flores fueron reducidas proporcionalmente con el incremento de la densidad. La cosecha de flores de las hileras

laterales de cada terreno fue mayor que aquellas de las hileras de adentro y esta diferencia se incrementó con la edad de la planta en el primer año de producción.

Yonemura e Higuchi (1977), realizaron un experimento en donde ocho esquejes fueron plantados por hilera en una cama de 80 cm de ancho, las plantas al final de las hileras fueron más productivas que las del centro. Esta tendencia no fue observada con cuatro ó seis esquejes por hilera. La producción de flores por planta disminuyó, pero aquellas con un incremento en la densidad, tendieron a aumentar. La calidad de las flores y la producción del segundo y tercer corte también disminuyó con un aumento en la densidad de flores. Cuando las plantas fueron desarrolladas en doble hilera la producción de flores por m² tendió a disminuir. La mejor cosecha y calidad fueron obtenidas con seis plantas por 80 cm de hilera y con tres brotes laterales por planta.

En un experimento realizado en Corea con claveles cv. Scania, se plantaron esquejes en diferentes arreglos: 9X12, 9X15, 10X12, 15X15 y 15X18 cm bajo una cubierta de plástico. Las diferentes densidades de plantación disminuyeron la producción de flores por planta, pero la cosecha por unidad de area se elevó; la calidad no fue afectada. Las plantas despuntadas una vez, incrementaron la cosecha de flores al 33% y mejoraron la calidad; las plantas sin despuntar produjeron una cosecha similar de flores cada mes. La mejor cosecha resultó de un espaciamento de 9X15 cm y con despunte (Hong et al., 1977).

Ensayos con claveles cv. Scania 3C fueron plantados en un túnel de plástico de 6X30 m el 10, 20 y 30 de mayo a 50, 75 y 100 plantas/m². El incremento en la cosecha de flores se debió a la densidad de plantación, pero disminuyó con el atraso de la fecha de plantación. El tiempo de floración dependió esencialmente sobre la fecha de plantación y menor sobre el espaciamiento. Por otro lado la calidad de las flores no dependió de la fecha y densidad de plantación (Mynett, 1979).

Albertos y Odriozola (1981), mencionan que el marco ideal parece ser el de 15X20 cm en plantaciones de primavera, y 15X15 cm en plantaciones de otoño.

Souza (1981), menciona que en un invernadero con cubierta de plástico, el cv. Scania Red Sim plantado a 11.6, 17.5 y 23.3 plantas por m² produjo: 54.28, 80 y 101.3 flores por m², respectivamente. Con un incremento en la densidad aumentó el número de flores por m² con cáliz perfectos; reduciéndose la rotura de cáliz de flores por planta, el peso de las flores más los tallos florales y la medida de la corola.

Por otro lado, claveles cv. "White Sim" plantados en diferentes fechas y a densidades de 12.9, 25.8, 51.7 y 103.3 plantas por m² dieron como resultado que a una alta densidad la mayor parte de la cosecha se obtuvo el primer año, contando con el 48% del total de la cosecha en la plantación de septiembre y 75% en la plantación de marzo. A una baja densidad la primer cosecha del año fue solamente del 26-31%; densidades de 25.8 y 51.7 plantas por m² dieron la mejor

producción por unidad de área, mientras que a una baja densidad dieron la mejor producción por planta (Bunt y Powell, 1982).

Hernández (1983), reporta que cuando la plantación del clavel se efectúa en invernadero, en camas de cultivo de un metro de ancho, se utiliza una malla guía de ocho cuadros por metro lineal (12.5X12.5 cm), los esquejes se colocan en "tresbolillo" obteniéndose una densidad de plantación de 32 esquejes por m^2 . Utilizando una malla guía de 7.5X7.5 cm entre cuadros y en camas de 1.05 metros de lado, se obtiene una plantación en rectángulo con 36 esquejes por m^2 , dejando libres las dos líneas centrales.

Mediante el Sistema Hidropónico Australiano denominado "Baguley Tray", la producción obtenida para 12 meses de cultivo fue de 399-445 flores/ m^2 a una densidad de 28 plantas/ m^2 . Debido a una baja densidad de plantación y un buen control de la nutrición, la calidad de la flor fue alta (Moss, 1983).

Guerrero (1987), menciona que los posibles marcos de plantación son de 20X20, 15X15 y 12X12 cm, siendo los dos primeros recomendados para plantaciones de más de un año; el segundo, para cultivos de un año, y el tercero para un año ó seis meses.

En otro experimento realizado por Yonemura et al. (1987), se observó que los claveles cv. Scania producidos en invernadero, en camas de 80 cm de ancho y con dos arreglos a 37.5 y 50 plantas/ m^2 dieron como resultado una alta producción, pero disminuyó la calidad de la flor cuando el número de brotes secundarios se aumentó a más de seis en el primero y a más de cuatro o cinco en el segundo; además,

se hace notar que dentro de la disminución en la calidad de la flor, el segundo arreglo presentó mejor calidad de éstas debido al menor número de brotes secundarios por planta.

En otro ensayo, con 20 cultivares de clavel plantados el 25 de julio a 29.5 plantas/m², la producción de flores de corte fue mayor durante el otoño y finales de primavera y la menor en febrero; este modelo fue relacionado con la temperatura prevaleciente. La calidad de las flores casi siempre fue mejor entre enero-abril y cerca del 85% de las flores fue clasificado como comercializable y de esta categoría el 30% como extra (Lipari y Romano, 1989).

La plantación debe realizarse eligiendo un patrón de distribución que se adapte a las necesidades particulares de cada productor, pero teniendo en cuenta que debe existir una buena circulación de aire. Para lograr esto, puede adaptarse a este cultivo florícola, el patrón de distribución seguido en el sistema de plantación denominado "tres bolillo", el cual se utiliza en el cultivo de frutales; en cuanto a la densidad de plantación, ésta debe ser de 35 a 45 plantas/m² (Westwood, 1982 y Larson, 1988).

En Coatepec Harinas, Estado de México (municipio que participa con un alto porcentaje en la producción de clavel para flor de corte), la plantación a la intemperie se realiza en camas de 90 cm de ancho con el sistema "tresbolillo" dejando una separación de 30 cm entre plantas, obteniendo así una densidad de 8 plantas/m² y de 20-25 tallos/planta en un año de producción.

En el mismo municipio pero en plantaciones bajo invernadero la separación entre plantas es de 10-15 cm y una densidad de 16 plantas/m², dejando solo 3 tallos/planta/ciclo.

La producción obtenida en campo, por su calidad, se destina al mercado nacional y del 50-60% de la producción en invernadero se destina a la exportación (Estrada, 1991).

3.5.3 Despunte

El despunte del clavel depende de la variedad, de la época de plantación y del momento en que interesa la recolección. Esta practica consiste en suprimir la parte terminal del esqueje para que éste ramifique.

La poda o despunte se realiza a los 15-20 días después de la plantación o cuando la planta tiene una altura de 15-20 cm. La poda se realiza en el cuarto nudo a partir de la base del tallo, dejando cuatro pares de hojas. La planta se despunta hasta uno de esos pares de hojas, doblándola hasta que se separe limpiamente del punto elegido.

El despunte de la planta joven de clavel estimula la producción de brotes en las axilas de las hojas, dando como resultado un desarrollo y una floración más uniforme, así como una mayor frondosidad de las plantas. Estos brotes laterales que se producen después del despunte son a los que normalmente se les permite desarrollar para producir flores.

Como medida complementaria se recomienda tratar con algún fungicida, inmediatamente después del despunte, para favorecer la cicatrización de los cortes (Hernández, 1983).

3.5.4 Tutoreo

Uno de los problemas más notables en el cultivo del clavel es el acamado de los tallos por el peso de las flores y la longitud del tallo. Es importante contar con una estructura que sirva para guiar el crecimiento de las plantas. Esto es necesario porque conforme va creciendo la planta, ésta es incapaz de mantenerse en pie por sí misma debido a que su estructura es poco rígida.

Para guiar el crecimiento de los esquejes desde la plantación, se requiere de una estructura resistente en los extremos de las camas (postes), de tal forma que permitan sujetar en ellos los alambres e hilos (que pueden ser de ixtle o rafia) que se cruzan entre sí formando una cuadrícula, permitiendo la circulación del aire entre las hileras y evitando que las ramas laterales se doblen.

3.5.5 Desbotonado

El desbotonado consiste en la supresión de los botones laterales, con el fin de dejar solamente uno por tallo para que así los elementos minerales absorbidos por la planta, se utilicen en la

formación de una sola flor de mejor calidad, además de adelantar su apertura y que ésta tenga mayor diámetro.

Esta operación se hace en forma manual procurando no dañar las hojas ni el botón principal.

3.5.6 Plagas y Enfermedades

Las principales plagas que atacan a la producción de clavel en México son: Pulgones (Myzus persicae), son áfidos que atacan a los brotes tiernos; Thrips (Thrips tabaci), se localizan generalmente en los cogollos de las plantas en donde succionan la savia de la planta produciendo lesiones; Gusano cogollero (Heliothis sea), son larvas de lepidópteros que durante el día permanecen escondidas en la superficie del suelo, durante la noche hacen sus incursiones devorando raíces, tallos, hojas y botones, y Araña roja (Tetranychus sp.), es un ácaro de color rojizo, que se localiza en el envés de la hoja, ocasiona daños al succionar la savia y debilita a las plantas.

Las enfermedades se clasifican en radicales, de follaje y de las flores.

a) Enfermedades radicales: La enfermedad más común es la pudrición blanda de los esquejes, producida por el hongo del género Pythium. Las plantas afectadas se tornan de un color amarillento y terminan por secarse; al desenterrar una planta se puede observar una pudrición acuosa que afecta tanto a las raíces como a la base del tallo.

b) Pudrición basal del tallo: El agente causal es Fusarium roseum. Esta enfermedad se encuentra frecuentemente en plantas adultas; el diagnóstico puede hacerse cuando las plantas presentan enraizamiento muy escaso y nulo, muestran diversos grados de decoloración y marchitamiento gradual, iniciándose una pudrición seca en la base del tallo.

c) Enfermedades del follaje y de las flores: La roya, el agente causal es Uromyces cariophyllinus, que se caracteriza por la acumulación y presencia de pústulas alargadas localizadas en las hojas, tallo y a veces en las yemas. Estas lesiones pustulares son de color pardo-rojizo producidas por la acumulación masiva de esporas de hongo, las cuales se desprenden fácilmente al menor contacto. Las lesiones se presentan tanto en el haz como en el envés de las hojas jóvenes; las plantas se tornan de un color amarillento, las hojas se enrollan en sentido transversal y los pedúnculos de las flores se hacen más cortos y delgados.

d) Mancha foliar: El agente causal de esta enfermedad es Alternaria dianthi. Esta se caracteriza por la incidencia de manchas circulares en hojas y tallos de color pardo grisáceo; ataca a las hojas más inferiores y avanza hacia arriba.

e) Negro o carbón del clavel: El agente causal es Heterosporium echinulatum; la aparición de este hongo provoca manchas marrones que se desarrollan sobre las hojas y algunas veces sobre los tallos; comúnmente produce sobre la superficie de las manchas depósitos

polvosos. Las manchas se presentan frecuentemente en forma de anillos.

f) Pudrición gris de las flores: El agente causal es Botrytis cinerea; las flores infectadas muestran una zona acuosa y blanda en los bordes de los pétalos, la cual avanza hacia el centro de la flor, que toma una coloración parduzca que termina por cubrir la totalidad de los pétalos (Albertos y Odriozola, 1981; Anónimo, 1985 y Aquino, 1987).

3.5.7 Cosecha

El corte de cualquier variedad de clavel debe efectuarse durante las primeras horas de la mañana, cuando todavía hace frío y la planta está turgente.

El momento de corte está determinado por la estirada de los pétalos, pero cuando aún no están completamente desplegados. El grado de apertura que la flor debe presentar al momento del corte, depende del destino de las mismas, cuando son para mercado nacional, la mitad de los pétalos deben estar desplegados y cuando son de exportación solo la cuarta parte de ellos.

Se reporta que el estado normal en el que se cortan las flores, es cuando los pétalos han abierto completamente, o sea, cuando los pétalos forman un ángulo de 90 grados con el caliz. Los pétalos interiores no deben estar abiertos mostrando el interior de la flor (Anónimo s/f).

En tiempos cálidos, durante el verano, las flores se cortan antes de que abran completamente (cuando estén 3/4 abiertas), para que lleguen al mercado en perfectas condiciones.

El corte del tallo floral se hace con tijeras, cuando éste tiene de 50 a 65 cm de longitud y se deben dejar de dos a tres macollos para que de éstos crezcan nuevos tallos que produzcan flores (Hernández, 1983).

3.5.8 Normas de calidad

Las características de calidad que debe cumplir el clavel (Dianthus caryophyllus L.) variedad estándar, como flor cortada al momento de su venta se presentan a continuación:

Se entiende por clavel de variedad estándar a la flor grande de muchos pétalos con bordes ondulados de una gran variedad de colores, pertenecientes a la familia de las Caryophyllaceae.

Flor cortada. Es la porción seccionada de una planta incluida la flor y las otras partes adheridas a la misma en estado fresco y que es altamente perecedera.

Flor. Es la parte de la planta que contiene los órganos de reproducción. Los pétalos deben tener una apariencia de cúpula con una adecuada forma del llenado de los pétalos en el centro de la flor. El estado óptimo de maduración para la clasificación y el mercado, es cuando los pétalos salen y alcanzan un ángulo derecho con el cáliz, pero un suficiente número de pétalos permanecen en el

centro para proveer de sustancias a la flor, además debe presentar el color característico de la variedad.

Hoja. Organó vegetativo de la planta, lateral o terminal, comúnmente verde, que brota a partir de un nudo del tallo. Deben estar completas, sin manchas de pesticidas ni dañadas por plagas y/o enfermedades.

Tallo. Organó de las plantas que sostiene las hojas y las flores. Deben ser rectos sostener una flor y el largo debe ser uniforme.

Botón. Brote floral en la parte terminal del tallo.

Cáliz. Unión de los sépalos formando un tubo. Debe tener forma de un embudo perfecto alrededor de los pétalos. Las brácteas basales deben estar firmemente adheridas al cáliz y no presentar signos de quemadura, no debe presentar fisuras anormales (rotura de cáliz).

Escobeta. Abertura intermedia entre el botón y el floreado de una flor.

Floreado. Máximo grado de apertura de una flor.

Al clasificar el clavel se toma en cuenta el color, el tamaño y la calidad. Por color se entiende la función del color que presentan los pétalos y puede ser rojo, blanco, rosa, violeta, etc., ó una mezcla de ellos. El tamaño se considera en función del diámetro de la flor y de la longitud del tallo (Cuadro 3).

CUADRO 3. Clasificación del clavel por grados de calidad en base al diámetro de la flor y longitud del tallo.

GRADOS DE CALIDAD	DIAMETRO DE LA FLOR (cm)	LONGITUD DEL TALLO (cm)
Select	más de 6.5	mas de 70
Fancy	5.7 a 6.5	61 a 70
Standard	4.7 a 5.7	57 a 61
Short	3.1 a 4.7	47 a 57

Fuente: Anónimo, 1985; Arango, 1986 y Mc Daniel, 1979.

Según Leszczyńska (1983), las características que se deben tomar en cuenta respecto a la calidad de la flor cortada son: tamaño de la flor, forma, color y fragancia, número de hojas y brillo, longitud del tallo y forma del botón floral.

3.6 Generalidades de la hidroponia

3.6.1 Antecedentes

La palabra HIDROFONIA se deriva de los vocablos griegos: "Hydros", que significa agua y "Ponos", que significa labor o trabajo; literalmente la palabra Hidroponia significa "trabajo en agua".

La hidroponia comercial es un desarrollo relativamente reciente. Sin embargo, se cree que el arte de la misma se remonta a los Jardines Colgantes de Babilonia y a los Aztecas de la America antigua. Los Aztecas, en regiones donde la producción de cultivos no fue posible en suelo, desarrollaron sus cultivos en balsas sobre lagos pocos profundos. Estas balsas fueron cubiertas con suelo removido desde el fondo del lago, y las plantas desarrollaron raices a través del suelo sumergiéndose en el agua. Los jardines flotantes fijos (chinampas) se localizan en Xochimilco cerca de la ciudad de México.

El hombre es por naturaleza inquisitivo, con una insaciable sed de conocer el significado de la vida. Naturalmente él comenzó a explorar los misterios de la vida de las plantas. Una pregunta que tuvo mucho realce fue: ¿Cómo se desarrolla la planta en el suelo?. La respuesta emerge gradualmente sobre un período de 250 años y con la técnica de la hidroponia. Los puntos más destacados de la historia se resumen como sigue:

En 1699 Woodward en Inglaterra pudo establecer el desarrollo de las plantas en agua adicionando porciones de suelo.

En 1850 Leibig, científico Alemán presentó el valor de la solución nutrimental al estudiar los requerimientos nutricionales de las plantas.

Para 1860, Sach y Knop de Alemania, prepararon soluciones nutritivas con sales minerales, de este modo liberaron a las plantas de la necesidad de desarrollarse en suelo.

De 1870 en adelante hubo un incremento gradual en conocer sobre los requerimientos nutricionales de las plantas.

En 1929 Gericke de los Estados Unidos crea la primera unidad hidropónica comercial. Desarrolló tomates en acuicultura. Esto despertó mucho interés público, pero el entusiasmo declino cuando se presentaron los problemas de pobre aireación y deficiencia de fierro.

En 1936 se desarrolló en Estados Unidos el cultivo en grava para la producción comercial.

En 1938, los estadounidenses Hoogland y Arnon, desarrollaron una solución nutritiva (Solución Hoogland), que hoy es extensamente utilizada en los campos científicos.

De 1939 a 1945 las fuerzas americanas establecidas en las islas del Pacífico desarrollaron cultivos de vegetales hidropónicamente.

De 1946 a 1970 la armada de los Estados Unidos construyó granjas hidropónicas en la isla Chofu en Japon. Muchas granjas hidropónicas también se desarrollaron en los Estados del sur de Estados Unidos.

De 1970 en adelante se desarrolló la Técnica de la Película Nutritiva (NFT) y el cultivo en "lana de roca". Se incrementó mundialmente el interés por la producción comercial de cultivos vegetales y de flores (Hanger, 1979).

En la actualidad se considera a la Hidroponia como una rama establecida y en pleno crecimiento de la Agronomía, sobre la cual se realizan numerosas investigaciones tendientes, por un lado, a reducir

costos de operación y producción, a buscar sistemas más accesibles para el productor, a diseñar aparatos y equipos que tiendan a aumentar el rendimiento y, por otro, a enriquecer el avance científico y tecnológico, propio de los campos de la Fisiología, Ecología y Genética de los vegetales (Sánchez y Escalante, 1988).

Esta es una técnica intensiva de producción de plantas, que se caracteriza principalmente porque el sistema radicular es abastecido de agua y nutrientes de una manera controlada, según las exigencias de cada especie además de proporcionar a las plantas en cada fase de su desarrollo los elementos nutritivos en las concentraciones y proporciones más adecuadas, a través de una solución de elementos esenciales (N, P, K, Ca, Mg, S, etc.), generalmente preparada a partir de fertilizantes comerciales teniendo como medio de cultivo un sustrato inerte, diferente del suelo agrícola que proporciona las condiciones físicas, químicas y sanitarias más adecuadas para el crecimiento y desarrollo vegetal (Ramón, 1990).

En los países en los que se han establecido cultivos hidropónicos a nivel comercial (E.U., Canadá, Inglaterra, Israel, Unión Soviética, Polonia, Holanda, España y México, inclusive), se han obtenido utilidades elevadas con especies hortícolas y ornamentales debido, entre otras cosas, a los elevados rendimientos por unidad de superficie (100 a 1000% mayores con respecto al cultivo convencional en suelo) y a la mayor calidad de los productos obtenidos, ya que se logra un balance ideal entre el oxígeno para la

respiración de la raíz, el agua y los nutrientes, ausencia total de malas hierbas, al mayor control que se tiene sobre plagas y enfermedades, al mantenimiento del pH dentro de un nivel óptimo y una mayor densidad de población.

3.6.2 Sustratos

En los cultivos hidroponicos la elección del sustrato radica en elegir materiales que a causa de su material y forma ofrezcan la posibilidad de servir como sostén a las plantas y de proveer una buena oxigenación a la zona radicular de aproximadamente 30% de materiales y un 70% de espacio vacío el cual será a partes iguales de aire y agua (Penningsfeld, 1983).

Desde el punto de vista químico, el sustrato no debe de reaccionar con la solución nutritiva, ni solubilizarse y tampoco involucrarse en los procesos de transformación. Teniendo en cuenta estos requisitos no deben ser empleados los materiales de arena o grava y los calcareos, ya que el mayor inconveniente de su empleo es la insolubilización del fósforo de la solución nutritiva y por lo tanto provoca un incremento en el pH (Durany, 1980).

Por otro lado en cuanto a las características físicas el sustrato debe poseer una excelente porosidad que asegure la aireación del medio y facilite la respiración de las raíces, además de una buena capacidad de retención hídrica que asegure a la planta un adecuado grado de humedad.

3.6.2.1 Técnica de cultivo en grava

El cultivo en grava es una de las técnicas mas ampliamente utilizadas; fue uno de los primeros métodos utilizados en la época en que W.F. Gericke introdujo los cultivos hidropónicos en forma comercial.

Convencionalmente se define al cultivo en grava como aquel sistema hidropónico que comprende a los métodos en que las plantas crecen en un sustrato, generalmente no absorbente y cuyas partículas quedan comprendidas entre los 5 mm y 3 cm de diámetro (Sánchez y Escalante, 1988).

Casi todos los cultivos en grava utilizan un sistema de subirrigación. Esto es, el agua se bombea a las camas procurando que la solución se mantenga unos centímetros por debajo de la superficie del sustrato, drenando a continuación hacia el depósito de nutrientes. Este tipo de sistema suele denominarse "cerrado" o "reciclado", puesto que la misma solución de nutrientes es utilizada en cada ciclo de bombeo durante un periodo de dos a seis semanas. Después de este período suele complementarse la solución, o bien cambiarse por una nueva.

Este sistema contempla cuatro elementos importantes:

- Camas o bancales
- Sustrato
- Solución nutrimental
- Depósito de la solución.

Las camas generalmente se han adaptado a las siguientes medidas 1.20 m de ancho, 0.25 a 0.30 m de profundidad media y la longitud varia según las dimensiones del cobertizo o invernadero en el cual se encuentran. Estas a nivel comercial, preferentemente se construyen de ladrillo y/o concreto; en ambos casos se debe impermeabilizar para evitar que el cemento entre en contacto directo con la solución y altere su composición. También se debe contar con una pendiente en el sentido de la longitud.

Como sustrato, se coloca dentro de las camas un medio generalmente no absorbente con partículas relativamente grandes para asegurar una excelente aireación, pero no tan grandes que no retengan la suficiente humedad para las raíces. El sustrato debe estar libre de materiales tóxicos como pueden ser excesivas cantidades de Boro o compuestos de azufre por lo que se recomienda dar un lavado y una desinfección antes de utilizarlo. Debe tener la suficiente consistencia para ser durable.

La solución nutrimental es el conjunto de elementos nutritivos requeridos por las plantas disueltos en agua.

El depósito de la solución nutrimental debe ser de dimensiones adecuadas al volumen de las camas o bancales que se pretende irrigar; dejando un margen de un 10-20% extra en la construcción para asegurar la completa irrigación de las camas. El material de construcción es el mismo que el utilizado para las camas o bancales al igual que la impermeabilización.

Este depósito se debe colocar de forma subterránea en el extremo de la cama para que así se obtenga una mayor eficiencia en el riego, esto es, que al introducir la solución a la cama a través del tubo de desagüe también se pueda drenar y recuperar en el mismo depósito.

3.6.3 El cultivo del clavel en hidroponia

Una de las flores de corte que ha presentado buenos rendimientos con la técnica hidropónica es el Clavel, que es la planta mundialmente más cultivada para la producción de flor cortada. Este hecho no es de ninguna manera gratuito, ya que el clavel presenta excelentes características estéticas y está dotado de una serie de cualidades, que lo hacen del todo deseable desde el punto de vista comercial, como son su larga vida comercial (es decir, la duración de la flor en agua después de cortada), su resistencia durante el embalaje y el transporte y sobre todo, por su capacidad de producir flores durante todo el año. Esta última característica es exclusiva del clavel, ya que no se da en ninguna otra planta cultivada para flor cortada (Guerrero, 1987).

Bentley (1959), recomendó el cultivo de clavel a escala comercial con la técnica hidropónica y menciona que el manejo del cultivo es igual de sencillo que en el suelo. Conociendo el control de la solución nutrimental con esta técnica se obtuvo la máxima producción de flores, calidad, tamaño y tiempo de producción. Como

medio de cultivo menciona la arena de cuarzo y vermiculita en proporción de 1:1 y el tamaño del agregado de 6.5 a 11.5 mm de diámetro para asegurar una buena aireación y la retención de humedad en el medio. También menciona que con esta técnica se obtiene una producción tres veces mayor que en suelo.

Huterwal (1966), señala que el clavel es una especie generosa cuando se le cultiva con la técnica hidropónica, encontrándose diferencia entre los cultivos realizados en suelo y los que se realizan con ésta. El autor menciona que se pueden obtener flores de gran tamaño eliminando los botones florales laterales y dejando sólo el terminal; esta supresión debe hacerse cuando apenas comienza a formarse el botón.

Turner y Henry (1969), indican que los claveles cultivados en arena como medio de cultivo y con soluciones nutritivas, desarrollan flores de igual calidad a las producidas en tierra. La diferencia estriba en que los costos de producción utilizando arena como medio de cultivo se reducen debido a la menor incidencia de plagas y enfermedades.

Schwarz (1975), señala que las variedades utilizadas para su producción en suelo también pueden ser cultivadas con la técnica hidropónica. La plantación se realiza igual al suelo 20X20 ó 15X15cm entre plantas y de 30 a 40 plantas/m². Indica que plantas con poca agua producen mejores flores mientras que el exceso de agua provoca rotura de cáliz, provocado también por las altas temperaturas.

En Weihenstephan se han realizado desde 1950 ensayos minuciosos de cultivo hidropónico utilizándose grava como sustrato en claveles de tres años de duración, comparados con un cultivo establecido en un loess (limo) profundo y evolucionado con un buen contenido de humus y el método de riego utilizado fue por fertirrigación. El número de flores cosechadas durante los años 1950-53 fue superior en el cultivo en grava entre un 11 y un 21% más que en el suelo.

También en los años 1953-55 se compararon cultivos en bancadas con tierra y en grava por subirrigación automática. La media de 12 variedades cultivadas en grava dieron un rendimiento del 19% mayor que el cultivo en tierra. Las variedades "Sim" cultivadas en la actualidad dieron un rendimiento mayor que se calcula entre el 20 y el 26% (Penningsfeld, 1983).

El mismo autor menciona que en un experimento realizado por Munch (1962), con clavel cv. "White Sim" obtuvo en diversos sustratos y densidades de plantación los siguientes resultados por metro cuadrado y por año: con 32 plantas/m² obtuvo en suelo 326 flores y en turba 387 flores lo que representa un incremento del 18.71% más en turba que la tierra normal. Cuando la densidad fue de 19 plantas/m² en la tierra normal se obtuvieron 261 flores y en turba 309 flores; la cosecha fue del 18.39% mayor que la obtenida en tierra.

Straver y Vitemark (1984), mencionan que esquejes de clavel cv. Barbara plantados sobre "lana de roca" (rockwool), fueron regados de tres formas: (a) solución nutritiva recirculada; (b) por encima

del sustrato y (c) aplicado por encima del sustrato y no recirculada. El número de flores/m² fue mayor en el tratamiento (a) pero la calidad fue ligeramente mejor en el sistema (b) y mayor en el (c).

Por otro lado tanto el cultivo en grava como en turba pueden recomendarse para las explotaciones comerciales de claveles, ya que con un manejo adecuado en grava puede obtenerse un mayor rendimiento y una calidad mejor. La turba también se recomienda puesto que los costos de instalación son mas bajos y además proporcionan el mismo rendimiento e igual calidad (Penningsfeld, 1983).

Maeda (s/f), realizó un experimento en el CENAMAR con clavel variedad "Chabaud" con una densidad de 28 plantas/m² al aire libre, utilizando arena gruesa como medio de cultivo y un sistema de riego por goteo. Para evaluar la producción de flores por metro cuadrado sin poda, poda al tallo principal y poda total, así como el porcentaje de calidad. Para las plantas sin poda se obtuvo una producción de 538 flores/m² y una calidad del 78%; para las de poda al tallo principal 535 flores/m² y 77.7% de calidad y 401 flores/m² con 50% de calidad en las de poda total.

4. MATERIALES Y METODOS

4.1 Localización del experimento

El trabajo de investigación se llevo a cabo en el invernadero de la Unidad Hidroponica de la Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, la cual se localiza entre los 19°37' y 19°45' latitud norte y entre los 99°07' y 99°14' longitud oeste; perteneciendo al Municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de Mexico.

4.2 Descripción del invernadero

El área total cubierta por el invernadero es de 42 m² (7 metros de largo por 6 metros de ancho), con una altura en la parte central de 3 m y en los extremos de 2.20 m. El invernadero está cubierto por una capa de plástico calibre PF-602.

Dentro del invernadero se encuentran seis camas construidas con ladrillo refractario, que tienen las siguientes medidas: 2.5 m de largo por 0.80 m de ancho y una profundidad de 0.40 m.

Cada cama cuenta con un deposito de almacenamiento con capacidad de 100 litros para la solución nutrimental. Tanto las camas como los depósitos tienen una capa de impermeabilizante, para evitar que la solución se encuentre en contacto directo con el material de construcción ya que este provoca que la solución varíe en el pH.

4.3 Diseño experimental

4.3.1 Unidad experimental

La superficie de cada unidad experimental fue de dos metros cuadrados (2.5 por 0.80 m), utilizando grava como sustrato con un diámetro de 0.5 a 3.0 cm, ocupando una profundidad de 25 cm de la cama. El método de riego que se utilizó durante el experimento fue el de subirrigación y la densidad de plantación fue de 28 plantas/m² con una separación de 20 cm entre hileras y 15 cm entre plantas, utilizando la variedad "White Sim" cv. V-20 Blanco, teniendo cinco meses de establecida y siendo éste su segundo ciclo o corte.

4.3.2 Modelo estadístico

Se utilizó un Diseño Experimental Completamente al Azar, siendo la densidad de plantación el factor de variación con tres tratamientos y dos repeticiones, siguiendo el Modelo Estadístico:

$$Y_i = \mu + t_i + E_{ij}$$

donde: Y_i = observación tomada del i -ésimo tratamiento

μ = efecto de la media general

t_i = efecto del i -ésimo tratamiento

E_{ij} = efecto del error aleatorio.

Los tratamientos que se utilizaron se presentan en el Cuadro 4, tomando como referencia el experimento anterior en el cual sólo se evaluaron tres tallos por planta y tres concentraciones nutrimentales, en este experimento se evaluaron tres densidades.

CUADRO 4. Tratamientos utilizados en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) bajo un sistema hidropónico.

TRATAMIENTOS	TALLOS FLORALES POR PLANTA	REPETICIONES
1	4	2
2	5	2
3	6	2

4.4 Manejo del cultivo

4.4.1 Poda

Debido a que la plantación tenía 5 meses de establecida y se había realizado el primer corte, teniendo la misma densidad por metro cuadrado y solo tres tallos por planta, se efectuó una poda total a las plantas el 21 de Marzo de 1991, dejando tres nudos en cada tallo anterior para asegurar la brotación y así poder adecuar los tratamientos correspondientes a este experimento.

4.4.2 Riegos

Durante los tres días siguientes a la poda se regaron las plantas con agua potable, para eliminar los residuos de las diferentes concentraciones nutrimentales (baja, media y alta), empleadas en el experimento anterior. El riego con agua potable fue para que las plantas se encontraran en las mismas condiciones nutrimentales.

Para evitar posibles enfermedades fungosas en el cuarto día se regaron las plantas con una solución de Benlate 50DF en una proporción de 1 gr/lt, dando tres riegos a intervalos de tres horas durante 15 minutos cada uno.

La nutrición se inició a partir del quinto día de la poda y hasta el final de la cosecha, se suministraron tres riegos diariamente utilizando el método de subirrigación con una bomba de 1/4 HP. Los riegos se aplicaron a las 9:00, 12:00 y 15:00 horas, introduciendo la solución a cada una de las unidades experimentales por el tubo de desagüe permaneciendo durante 15 minutos en el interior de éstas, al termino de los cuales se drenaban totalmente.

4.4.3 Preparación y cambio de la solución

La composición de la solución nutrimental utilizada se basó en la información de los rangos mínimo, óptimo y máximo de elementos

y de iones presentes en las soluciones nutritivas según Schwarz (1975).

La metodología para la preparación de la solución fue como a continuación se describe:

Se llenaban los depósitos con agua potable hasta el nivel de 100 litros; éstos se acidulaban con ácido sulfúrico de uso industrial (96%) para obtener un pH de 6.5.

Una vez acidulada el agua se disolvían los fertilizantes en forma individual; disolviendo primero aquellos que contenían nitratos, posteriormente se adicionaban los sulfatos y en seguida de éstos los fosfatos dejando al final el sulfato de hierro y los micronutrientes (Mo, Zn, Cu, B y Mn). En el Cuadro 5 se muestra la composición de la solución nutritiva, y los fertilizantes empleados.

De acuerdo a las condiciones ambientales y a que la planta absorbía agua y minerales disueltos en ella, fue necesario ajustar cada tercer día el nivel de la solución agregando un promedio de 10 litros de agua acidulada con pH de 6 a cada depósito, esto con el fin de que la solución no se concentrara y disminuyera el potencial hídrico dificultando la absorción del agua.

La solución nutritiva se recirculó durante siete días y al final de los cuales fue desechada; en el octavo día los tres riegos se efectuaban solo con agua acidulada, preparando al final del día la nueva solución.

CUADRO 5. Composición de la solución nutrimental para clavel (Dianthus caryophyllus L.) bajo un sistema hidropónico.

ELEMENTO	FUENTE	PPM
N	$\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$	250
P	$\text{CaH}_4-(\text{PO}_4)_2$	80
K	KNO_3	375
Ca	CaNO_3	313
Mg	MgSO_4	70
Fe	FeSO_4	6
Mo	$(\text{NH}_4)_6\text{Mo}-7\text{O}_{24}$	0.004
Zn	$\text{ZnSO}_4-7\text{H}_2\text{O}$	0.004
Cu	$\text{CuSO}_4-5\text{H}_2\text{O}$	0.004
Bo	$\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7-10\text{H}_2\text{O}$	1.0
Mn	$\text{MnSO}_4-4\text{H}_2\text{O}$	0.05

4.4.4 Aclareo

En este experimento se dejaron desarrollar todos los brotes durante 30 días y al término de éstos se aclarearon las plantas dejando los de mayor vigor, haciéndose una selección al azar de las unidades experimentales para establecer los tratamientos (Cuadro 6).

CUADRO 6. Asignación al azar de los tratamientos en el cultivo de clavel (*Dianthus carvophyllus* L.).

UNIDAD EXPERIMENTAL	TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	TALLOS POR U.E.
1	2	5	280
2	2	5	280
3	1	4	224
4	1	4	224
5	3	6	386
6	3	6	386

4.4.5 Tutoreo

Se fabricaron bastidores de alambre galvanizado y mallas de rafia con cuadros de 15X15 cm y se sujetaron a los soportes localizados en las cabeceras de cada unidad experimental. La primer malla se colocó a una altura de 10 cm, la segunda a 30 cm de la primera y la última a 30 cm de la segunda; con esto se logra que los tallos tengan un crecimiento erecto, parámetro que se evalúa en la clasificación de calidad del clavel.

4.4.6 Eliminación de brotes laterales

Conforme crecen los tallos se van desarrollando brotes laterales los cuales se eliminan para que solo se desarrolle un tallo

floral; esta práctica se realiza durante todo el ciclo de cultivo. En este experimento se eliminaron los brotes dos veces cada semana, propiciado que la absorción de nutrientes fuera aprovechada para obtener una mejor calidad en los tallos florales.

4.4.7 Desbotonado

Cuando aparecieron los botones florales se practicó el desbotonado, de modo que en cada tallo solo hubiera una flor de buena calidad y no varias de poca aceptación para el mercado. Esta práctica se realizó tres veces por semana.

4.4.8 Control de plagas y enfermedades

Durante el ciclo de cultivo, el clavel se vió afectado por la presencia de pulgón (Myzus persicae) y thrips (Thrips tabaci) que ocasionaron un daño mínimo. Otra plaga de importancia en el cultivo del clavel y que se presentó fue la araña roja (Tetranychus sp.) que causó daños, sobre todo en la unidad experimental cuatro; los productos químicos y las dosis que se utilizaron para la prevención y control de estas plagas se presentan en el Cuadro 6.

Por otro lado, las enfermedades que se presentaron en el cultivo fueron únicamente dos: roya (Uromyces cariophyllinus) con una incidencia mínima y carbón (Heterosporium echinulatum) con una incidencia más elevada en la época de cosecha sin llegar a causar

daños considerables. Los fungicidas que se utilizaron para su prevención y control así como las dosis se presentan en el Cuadro 7.

Tanto los insecticidas como los fungicidas, se aplicaron con una mochila de aspersión manual cada 10 días durante todo el ciclo de cultivo.

CUADRO 7. Productos químicos utilizados para la prevención y control de las plagas y enfermedades presentes en el cultivo de clavel (Dianthus carvophyllus L.).

PLAGAS Y ENFERMEDADES	PRODUCTOS QUIMICOS	DOSIS
Pulgón (<u>Myzus persicae</u>)	Pirimor	1.0 gr/lt
Thrips (<u>Thrips tabaci</u>)	Nuvacron	2.0 ml/lt
Araña roja (<u>Tetranychus sp</u>)	Thionex	1.20 ml/lt
Roya (<u>Uromyces carvophyllinus</u>)	Zineb, Cupravit,	
Carbón (<u>Heterosporium @cquinulatum</u>)	Plantva::, Alliet, Benlate	2.0 gr/lt

4.4.9 Cosecha

La cosecha se inició el día 5 de julio de 1991, esto es, a los 106 días después de la poda realizada el 21 de marzo de 1991. El final de la cosecha fue el 9 de septiembre del mismo año.

El intervalo del corte de las flores fue cada 2 ó 3 días, cuando los pétalos se encontraban 3/4 partes abiertos (figura 1).

El corte se realizó con tijeras de podar, dejando tres nudos a partir de la base de cada planta.

Para llevar a cabo el análisis estadístico y en base al modelo utilizado (completamente al azar) se tomó una muestra de 20 plantas al azar en cada unidad experimental, evaluando al momento del corte los siguientes parámetros: altura de planta, longitud de cáliz, distancia entre nudos, diámetro de tallo, diámetro de cáliz, diámetro de corola, número de hojas y número de entre nudos.

El diámetro de la corola se evaluó al momento de abrir completamente las flores (figura 2).

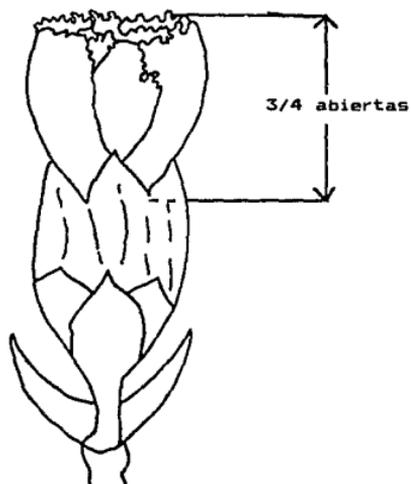


Figura 1. Momento del corte de las flores a 3/4 partes abiertas.

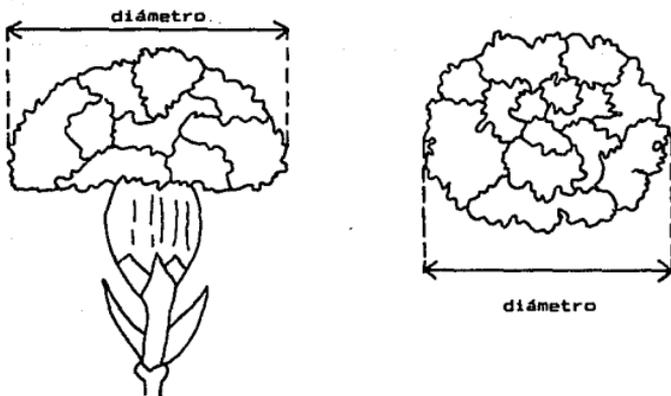


Figura 2. Momento de evaluar el diámetro de la corola

5. RESULTADOS Y DISCUSION

Los resultados del análisis estadístico muestran que las variables evaluadas (altura de tallo, longitud de cáliz, distancia entre nudos, diámetro de cáliz, diámetro de tallo, número de hojas y nudos y diámetro de la corola) se consideran estadísticamente iguales.

5.1 Altura de tallo

En el Cuadro 8 se presentan los promedios de la variable altura de tallo por tratamientos, en donde se observa que en el tratamiento a 4 tallos por planta se presentó una mayor altura en comparación con los tratamientos a 5 y 6 tallos por planta. Esto posiblemente debido a la menor competencia por unidad de área que existió entre los tallos florales (aunque entre 5 y 6 tallos no se observó dicho comportamiento) y al mayor aprovechamiento de los nutrimentos por las plantas para la elaboración de compuestos químicos necesarios para la formación estructural de la planta.

Estos resultados concuerdan con lo señalado por Souza (1981), el cual reporta que a una mayor densidad de población la longitud de los tallos florales disminuye.

De acuerdo a la clasificación sugerida por la "Society of American Florist" mencionada por Arango (1986), los resultados

obtenidos en relación a esta variable superan los grados de calidad "Select" el cual debe contar con una longitud de tallo mayor de 70 cm.

Holley (1963), reporta que la clasificación que hace la Universidad de Colorado para la Variedad Estándar o "Sim", el tallo comercializable varía de 45 a 60 cm.

En un sondeo realizado en el mercado de Jamaica se encontró que la altura promedio del tallo de las flores de clavel que ahí se comercializan es de 69 cm. Esto indica que en este experimento se obtuvo un 21% de mayor altura.

Cabe hacer notar que con el sistema hidropónico la altura de los tallos superan en un 20% con respecto a la clasificación hecha por Anónimo (1985). y en un 40% de acuerdo a la clasificación reportada por Holley (1963).

CUADRO 8. Promedios de los tratamientos para la variable ALTURA DE TALLO en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	ALTURA DE TALLO (cm)
1	4	87.29
2	5	81.25
3	6	83.25

5.2 Longitud de cáliz

En cuanto a la longitud de cáliz, el efecto de las densidades sobre esta variable muestran (Cuadro 9) que fueron estadísticamente similares los tratamientos (Cuadro 3A). Esto es similar a lo obtenido por Gallardo (1991, datos sin publicar), la cual obtuvo un promedio en la longitud del cáliz de 3.08 cm sobre la misma variedad, con una densidad de tres tallos por planta y posiblemente se deba a que es una característica de la variedad "Sim".

CUADRO 9. Promedios de los tratamientos para la variable LONGITUD DE CALIZ en el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	LONGITUD DE CALIZ (cm)
1	4	3.15
2	5	3.17
3	6	3.12

5.3 Distancia entre nudos

Como se puede observar en el Cuadro 10, la distancia entre nudos aumenta conforme se incrementan los tallos por planta, que puede ser efecto de la competencia que existe al tener un mayor

número de tallos florales y por consiguiente un espacio cerrado entre ellos, lo que da lugar a que los entre nudos se alarguen para que sus hojas capten más luz; esta es una respuesta fisiológica de cualquier planta para tener un rendimiento al máximo de su fotosíntesis (Rojas 1984).

Otro factor que también influye es el fotoperíodo ya que por ejemplo Larson (1988), indica que cuando un botón floral se inicia, el brote comienza a estrecharse rápidamente con una longitud en aumento de los entre nudos.

Beislan y Kristoffersen (1969), obtuvieron en suelo una distancia promedio de entre nudos de 6.52 cm; con la técnica hidropónica se obtuvo de un 2.68 a 10.92% de incremento en la distancia de éstos, debido posiblemente a la mejor eficiencia que presentan las plantas bajo esta técnica.

La desventaja de tener nudos largos es que el tallo se torna delgado y débil, provocando que durante el embañaje y transporte se doble o quiebre con facilidad.

CUADRO 10. Promedios de los tratamientos para la variable DISTANCIA ENTRE NUDOS en el cultivo de clavel (*Dianthus carvophyllus* L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	DISTANCIA ENTRE NUDOS (cm)
1	4	6.70
2	5	7.09
3	6	7.32

5.4 Diámetro de cáliz

Los tratamientos en lo referente al diámetro del cáliz (Cuadro 11), demuestran que son estadísticamente semejantes (Cuadro 7A).

Los resultados obtenidos son mayores de un 23.90 a 26.06% a los que obtuvo Pons (1973), en donde reporta un promedio de 1.56 cm para el diámetro de cáliz, en la variedad "Sim" cultivada en suelo.

Es importante mencionar que en ninguno de los tratamientos se presentó rotura de cáliz al momento de la floración, provocada por el exceso de agua y los cambios bruscos de temperaturas como lo menciona Schwarz 1975 y que el tamaño obtenido fue lo suficientemente grande y de buena consistencia para albergar a los pétalos sin sufrir rotura de cáliz, lo que concuerda con lo mencionado por Souza (1981) y Guerrero (1987).

En el sondeo realizado en el mercado de Jamaica se encontró un 95% de rotura de cáliz. Cabe mencionar que las flores comercializadas aquí se cultivan a "cielo abierto".

Con el sistema hidropónico en invernadero se tiene la ventaja de poder controlar la temperatura requerida para el óptimo desarrollo del cultivo y así disminuir la rotura de cáliz que merita la calidad de las flores, sobre todo las de exportación. Esto se tiene que tomar en cuenta ya que la mayor producción de flores se realiza a "cielo abierto" y se presenta la rotura en un mayor porcentaje (Guerrero, 1987 y Russildi y Sánchez 1989).

CUADRO 11. Promedios de los tratamientos para la variable DIAMETRO DE CALIZ en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	DIAMETRO DE CALIZ (cm)
1	4	2.11
2	5	2.08
3	6	2.05

5.5 Diámetro de tallo

La variable diámetro de tallo estadísticamente no presentó diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 9A); y en el Cuadro 12 en donde se presentan los promedios de los tratamientos se observa que éstos son muy semejantes.

La densidad no afectó esta variable a diferencia de la altura del tallo, suponiendo que a una mayor altura se reportaría un menor diámetro en el tallo y viceversa. Esto se debió posiblemente a que bajo las condiciones hidropónicas de cultivo, esta especie puede soportar aún más tallos por planta que los evaluados en este trabajo considerando la excelente disponibilidad nutrimental con que se puede contar.

CUADRO 12. Promedios de los tratamientos para la variable DIAMETRO DE TALLO en el cultivo de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	DIAMETRO DE TALLO (cm)
1	4	0.51
2	5	0.51
3	6	0.49

5.6 Número de hojas y nudos

En los promedios de esta variable (Cuadro 13) a pesar de que no existe una diferencia estadísticamente significativa (Cuadro 11A), sí hay una ligera diferencia entre los tratamientos, ya que a 5 y 6 tallos por planta se reporta un promedio de 14.6 hojas y nudos por tallo, en comparación con 16.1 del tratamiento a 4 tallos por planta. Esto posiblemente debido a que un incremento en la densidad represente una mayor competencia, lo que provoca que los entrenudos se alarguen.

Por otro lado Beislan y Kristoffersen (1969), hacen referencia que manteniendo la temperatura entre 21-24°C se obtiene un promedio de 17.5 hojas/tallo.

Aunque se obtuvo un número relativamente diferente a lo reportado por estos autores no se vio afectada la calidad de los tallos florales, tomando en cuenta que las temperaturas registradas

durante el experimento fueron de 9.60°C mínima y 32.35°C máxima en promedio. Esto también concuerda con lo reportado por Anónimo (S/F) y Guerrero (1987), los cuales mencionan que la temperatura incide directamente sobre el crecimiento de hojas y tallos.

CUADRO 13. Promedios de los tratamientos para la variable NUMERO DE HOJAS Y NUDOS en el cultivo de clavel (*Dianthus carvophyllus* L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	NUMERO DE HOJAS Y NUDOS
1	4	16.10
2	5	14.66
3	6	14.61

5.7 Diámetro de corola

En la evaluación de esta variable se encontró también que estadísticamente no hay diferencia significativa entre los tratamientos (Cuadro 13A); pero en los promedios (Cuadro 14) se nota que a una menor densidad el diámetro de la corola aumenta ligeramente; esto concuerda con lo reportado por Bunt y Sheard (1967), Heins (1974), Yonemura e Higuchi (1977), Souza (1981) y Moss (1983).

Esta variable es de suma importancia ya que en las clasificaciones comerciales se caracteriza por ser la más relevante.

La Norma Oficial Mexicana (Anónimo, 1985) para clavel estándar, clasifica como flores de calidad "Mexico Extra" aquellas que presentan un diámetro de corola mayor de 6.5 cm. Los valores promedio del diámetro de las flores de los tratamientos pueden considerarse como una medida bastante buena desde el punto de vista de comercialización de los mismos, ya que al igual que en el caso de la longitud del tallo, éstos satisfacen las normas de calidad exigidas en el mercado exterior, superando en un 7.5% el valor fijado por la Norma Oficial Mexicana.

Como se puede observar las flores producidas bajo las condiciones de este experimento, se pueden obtener con la calidad requerida para el mercado de exportación.

CUADRO 14. Promedios de los tratamientos para la variable DIAMETRO DE COROLA en el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) cv. V-20 Blanco.

TRATAMIENTOS	TALLOS POR PLANTA	DIAMETRO DE COROLA (cm)
1	4	6.99
2	5	7.01
3	6	6.88

6. CONCLUSIONES

1.- La técnica de cultivo hidropónico puede considerarse como un sistema alternativo en la producción comercial de clavel, ya que los productos obtenidos en este experimento fueron de excelente calidad.

2.- En los resultados obtenidos no se presentaron diferencias estadísticamente significativas entre las variables evaluadas (altura de tallo, longitud de cáliz, distancia entre nudos, diámetro de cáliz, diámetro de tallo, número de hojas y nudos y diámetro de la corola) al incrementar de 4 hasta 6 tallos por planta; debido posiblemente a que la técnica de producción utilizada permite una nutrición vegetal altamente eficiente.

3.- Al no existir diferencias entre los tratamientos evaluados es posible manejar hasta 6 tallos florales por planta de acuerdo con las condiciones de producción utilizadas en este experimento, logrando así una densidad promedio de 168 tallos/m² por ciclo y obteniendo posiblemente un total de 504 tallos/m²/año.

4.- La nutrición empleada en este trabajo produjo flores de buena calidad de acuerdo a las normas establecidas por las clasificaciones internacionales.

5.- Con el sistema hidropónico por subirrigación y bajo las condiciones empleadas en este experimento se obtienen incrementos en altura del tallo, del cáliz y de los entre nudos, así como también del diámetro del tallo, del cáliz y de la corola, y el número de hojas y nudos en el cultivo del clavel con respecto a su producción bajo condiciones de suelo.

6.- Es posible utilizar una sola concentración de la solución nutrimental durante el ciclo vegetativo primavera-verano para la planta de clavel.

7.- Con la técnica de cultivo hidropónico se obtiene un mejor control sobre las plagas y enfermedades

7. APENDICE

CUADRO 1A Análisis de varianza para la variable ALTURA DE TALLO de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)
Tratamientos	2	37.8435	18.92	2.87	9.55 N.S.
Error	3	19.8122	6.60		
Total	5	57.6558			

$$\bar{X} = 83.9338$$

$$C.V. = 3.06 \%$$

CUADRO 2A Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable ALTURA DE TALLO en clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	4 tallos/planta	87.29	A
T 2	6 tallos/planta	83.25	A
T 3	5 tallos/planta	81.25	A

Nota: tratamientos con la misma literal son estadísticamente iguales.

CUADRO 3A Análisis de varianza para la variable LONGITUD DE CALIZ de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)
Tratamientos	2	0.0024	0.0012	3.00	9.55 N.S.
Error	3	0.0012	0.0004		
Total	5	0.0036			

$$\bar{x} = 3.1526$$

$$C.V. = 0.66 \%$$

CUADRO 4A Comparación de medias con el metodo (Tukey 5%) para la variable LONGITUD DE CALIZ en clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	5 tallos/planta	3.18	A
T 2	4 tallos/planta	3.15	A
T 3	6 tallos/planta	3.13	A

CUADRO 5A Análisis de varianza para la variable DISTANCIA ENTRE NUDOS de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	
Tratamientos	2	0.3897	0.19	1.21	9.55	N.S.
Error	3	0.4828	0.16			
Total	5	0.8725				

$\bar{x} = 7.0424$

C.V. = 5.70 %

CUADRO 6A Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DISTANCIA ENTRE NUDOS en clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	6 tallos/planta	7.32	A
T 2	5 tallos/planta	7.10	A
T 3	4 tallos/planta	6.71	A

CUADRO 7A. Análisis de varianza para la variable DIAMETRO DE CALIZ de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	N.B.
Tratamientos	2	0.0035	0.0017	1.21	9.55	N.B.
Error	3	0.0043	0.0014			
Total	5	0.0078				

$\bar{X} = 2.0859$

C.V. = 1.85 %

CUADRO 8A. Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DIAMETRO DE CALIZ en clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	4 tallos/planta	2.12	A
T 2	5 tallos/planta	2.08	A
T 3	6 tallos/planta	2.06	A

CUADRO 9A. Análisis de varianza para la variable DIAMETRO DE TALLO de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	
Tratamientos	2	0.0009	0.00045	1.04	9.55	N.S.
Error	3	0.0013	0.00043			
Total	5	0.0022				

X = 0.5092

C.V. = 6.94 %

CUADRO 10A. Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DIAMETRO DE TALLO en clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	5 tallos/planta	0.52	A
T 2	4 tallos/planta	0.52	A
T 3	6 tallos/planta	0.46	A

CUADRO 11A. Análisis de varianza para la variable NUMERO DE HOJAS Y NUDOS clavel (Dianthus carvophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	
Tratamientos	2	2.8597	1.43	4.28	9.55	N.B.
Error	3	1.0016	0.33			
Total	5	3.8613				

$\bar{X} = 15.1270$

C.V. = 3.82 %

CUADRO 12A. Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable NUMERO DE HOJAS Y NUDOS en clavel (Dianthus carvophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	4 tallos/planta	16.10	A
T 2	5 tallos/planta	14.66	A
T 3	6 tallos/planta	14.61	A

CUADRO 13A. Análisis de varianza para la variable DIAMETRO DE COROLA de clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

F.V.	G.L.	S.C.	C.M.	Fc	Ft (5%)	
Tratamientos	2	0.0193	0.01	0.25	9.55	N.S.
Error	3	0.1152	0.04			
Total	5	0.1345				

$$\bar{X} = 6.9666$$

$$C.V. = 2.81 \%$$

CUADRO 14A. Comparación de medias con el método (Tukey 5%) para la variable DIAMETRO DE COROLA en clavel (Dianthus caryophyllus L.) cv. V-20 Blanco.

T 1	5 tallos/planta	7.02	A
T 2	4 tallos/planta	6.99	A
T 3	6 tallos/planta	6.89	A

BIBLIOGRAFIA

- 1.- Albertos G., J. y J. M. Odriozola A. 1981.
" Cultivo intensivo del clavel ", en Diez temas sobre plantas ornamentales.
Ed. Ministerio de Agricultura. Madrid, España.

- 2.- Anónimo. s/f.
El cultivo del clavel en invernadero.
Programa de Empleo Rural.
Secretaria de la Reforma Agraria, Mexico, D.F.

- 3.- Anónimo. 1985. Agro-síntesis
" Plagas y Enfermedades del clavel y el rosal ".
Editorial Año 2000. Vol. 16 No. 10 México, D.F.

- 4.- Anónimo. 1985. Agro-síntesis
" Proyecto Norma Oficial Mexicana para clavel estándar ".
Editorial Año 2000. Vol. 16 No. 10 México, D.F.

- 5.- Arango T., J. 1986.
" Efecto del pre-tratamiento con tiosulfato de plata en botones de clavel (Dianthus caryophyllus L.) " White Sim " almacenados en refrigeración ".
Tesis de la UNAM, FES-Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

6.- Aquino M., J. G. 1987

Incidencia de la dormilona, la roya y el tizón foliar en cinco variedades de clavel (Dianthus caryophyllus L.) en el Municipio de Villa Guerrero, Mexico.
Tesis UNAM. Cuautitlán Izcalli, Estado de México.

7.- Beisland , A. and T. Kristoffersen. 1969

" Some effects of temperature on growth and flowering in the carnation cultivar William Sim ". en Symposium on flower regulation in florist crops.
Acta Horticulturae No. 14. Technical Communications of ISHS. Number 14 November 1969. The Hague, Netherlands.

8.- Bentley, M. 1959

Commercial Hydroponics Faces and Figures.
Ed. Benton Books. Johannesburg.

9.- Bunt, A. C. and G.F., Sheard. 1967.

" Observations on the effect of time of planting and plant density on the yield and flower quality of the carnation (Dianthus caryophyllus L.) ".
Journal Horticultural Science, 1967. Horticultural Abstracts Vol. 38 No. 1 March, 1968.

- 10.- Bunt, A. C. y M.C., Powell. 1982.
" Carnation yield patterns: the effects of plant density
and planting-date ".
Scientia Horticulturae. Glasshouse Crops Research
Institute. Ornamental Horticulture. Vol. 8 No. 9 1982.
- 11.- Durany C., U. 1980
Hidroponia.
Ed. Sintes, S.A. Barcelona, España.
- 12.- Estrada E., I. 1991.
Comunicación personal.
Asociación de Productores de Clavel.
Coatepec Harinas, Estado de Mexico.
- 13.- Guerrero, I. 1987.
Cultivo rentable de las flores.
Ed. De Vecchi, S.A. Barcelona, España.
- 14.- Hanan, J. J. 1979.
" Some observations on lighting carnations ".
Colorado State University. USA. Horticultural Abstracts
Vol. 50 No. 3 1980.

- 15.- Hanan, J. J. and D. Zaborski. 1980
" Split night temperatures not worth the effort for
standard carnations ".
Bulletin, Colorado Greenhouse Growers' Association.
Vol. 51 No.10 1981.
- 16.- Hanger, B.C. 1979
" Hydroponic Fundamentals "; en Commercial Applications
of Hydroponics. Seminar Presented by Burnley Horticultural
College, Australia.
- 17.- Harris, G. P. and J.E., Harris. 1962.
"Effects of environment on flower initiation in carnation".
Journal Horticultural Science, 1962. Horticultural
Abstracts Vol. 33 No 1, March. 1963.
- 18.- Heins, R. 1974.
" Effect of plant density on first year's production
of carnations ".
Colorado State University, Fort Collins, Colorado 80523
USA. Ornamental Horticulture. 1975.
- 19.- Hernandez, J. R. 1983
El clavel para flor cortada.
Publicaciones de Extensión Agraria. Madrid, España.

20.- Holley, W.D. y R. Baker. 1963

Carnation Production.

W.C. Brown; Dubuque, Iowa, U.S.A.

21.- Hong, Y. P.; E.Y., Kim and K.W., Kim. 1977.

" Studies on cut flowers production of summer grown carnations (Dianthus caryophyllus). I.- The effects of pinching method and planting density ".

Horticultural Experiment Station, Suweon, S. Korea.

Ornamental Horticulture. Vol. 4 No. 9 1978.

22.- Huterwal, G.D. 1966

Hidroponia. Cultivo de plantas sin tierra.

Ed. Habley Come Ind. Buenos Aires, Argentina.

23.- Juvenal, B.U. 1981

Monografía del clavel.

Universidad Autonoma Metropolitana Unidad Xochimilco

México, D.F.

24.- Larson, R. A. 1988

Introducción a la floricultura

1a. Edición. Ed. A.G.T. México, D.F.

- 25.- Leszczyńska B., H. 1983
Serie apuntes de HOMI-83-3
Escuela de Fitotecnia. Universidad Autónoma de Puebla.
- 26.- Lipari, V. and D. Romano. 1989.
" Production results of the carnations cultivated
in a cold greenhouse ".
Acta Horticulturae. 1989. Catania, Italy.
Horticultural Abstracts. Vol. 60 No. 4 1990.
- 27.- Mc Daniel, G. L. 1982
Ornamental Horticulture.
Ed. Reston Publishing Company
Reston Virginia, U.S.A.
- 28.- Maeda M. C. sin fecha.
Aplicación de riego por goteo en floricultura.
CENAMAR-SARH. Boletín No. 2.
Región Lagunera. Coahuila, México.
- 29.- Marfa, O.; P., Camprubi; A., Matallana; R., Save. 1985
" Effects of irrigation and fertigation regimes
on Sim carnations (c.v. Lena) under protected cultivation ".
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias
No. 18 1982. Barcelona, Spain.

30.- Mastalerz, J. W. 1983.

" Supplementary irradiation or dusk to dawn lighting for cropping carnations at several population densities ".

Acta Horticulturae, Pennsylvania State University, USA.

Horticultural Abstracts Vol. 54 No. 8 1984.

31.- Mazin S., E. R. 1983

" Comparación de los sistemas de cultivo hidropónico y convencional en la producción de clavel (Dianthus caryophyllus L.) en invernadero ".

Tesis de la UNAM. ENEP-Iztacala, Estado de Mexico.

32.- Moss, G. I. 1983.

" The Australian Baguley Tray system for carnation growing ".

Acta Horticulturae. Centre for Irrigation Research, Griffith, NSW 2680, Australia.

Horticultural Abstracts. Vol. 54 No. 8 1984.

33.- Mynett, K. 1979.

" Quantity and quality of the flower crop of grenhuose carnations grown in unheated plastic tunnels ".

Skierniewicach, B. Ornamental Horticulture Vol. 7 No.6 1981.

34.- Penningsfeld, F. 1983.

Cultivos hidropónicos y en turba.

Ediciones MundiPrensa. Madrid, España.

35.- Ponz A., R. 1973

" Analysis of the correlations in floral characters of carnations "

Tecnical Communications of the International Society for Horticultural Science. Number 41, Vol. 1 1974.

36.- Dydvin, J. 1966.

" Studios on different plant spacing for carnations "

Gartneryrket. Horticultural Abstracts Vol. 36 No. 3 1967.

37.- Ramírez R., A. 1991

" Diagnóstico de la producción de flor cortada en México "; en Floricultura Intensiva.

No. 2. Mayo, 1991. México, D.F.

38.- Ramón L., V. E. 1990.

" Ensayo preliminar de la producción de gerbera (Gerbera jamesonni) en hidroponia bajo invernadero "

Tesis de la UACH, Chapingo, México.

39.- Rodríguez G., J. 1991

" Invertirá la floricultura mil millones de dólares en el próximo quinquenio ".

El Universal, Sección Financiera. Mayo, 1991. México, D.F.

40.- Rojas G., M.

Fisiología Vegetal aplicada

Ed. McGraw-Hill. México, D.,F.

41.- Ruiz K., G. S. 1991

" Panorama de la floricultura en México ".

Estado de México. Gobierno del Estado

Boletín informativo No. 1.

42.- Russildi M., G. y E. Sánchez 1989

La floricultura en México y la comercialización internacional. FIRA

Boletín Informativo. No. 205 Vol. XXI. Mexico, D.F.

43.- Rzedowski, G. C. de 1981

" Caryophyllaceae "; en Flora Fanerogámica del Valle de México ".

3a. impresión. Ed. Continental, S.A. México, D.F.

- 44.- Sánchez S., O. 1974
La flora del valle de México.
Ed. Herrero, S.A. México, D.F.
- 45.- Sánchez Del Castillo, F. y E. Escalante R. 1988.
Hidroponia. Patuach, Tercera Edición. Chapingo, México.
- 46.- Schwarz, M. 1975
Guide to commercial hydroponics.
University Press. Jerusalem, Israel. 4th. edición
- 47.- Seager, J. C. R. 1965.
" Carnations production factors ".
Horticultural Abstracts Vol. 36 No. 1 March, 1966.
- 48.- Souza, M. A. L. and S., Simao. 1981.
" Effect of planting density on carnation (Dianthus
caryophyllus L.) production ".
Escola Superior de Agricultura. Piracicaba, SP, Brasil.
Horticultural Abstracts. Vol. 54 No. 11 1984.
- 49.- Straver, N. and C. Vitemark. 1984.
" Recirculating and non-recirculating water supply systems.
no difference in yield white carnations ".
Vakblad Voor de Bloemisterij. Horticultural Abstracts.
Vol. 55 No. 11 1985.

50.- Tapia O., F. 1990

" México carece de agresividad en la exportación de flores a Estados Unidos "; en *Floricultura Intensiva*
No. 2. Mayo, 1991. México, D.F.

51.- Turner, W. y V., Henry. 1968

Horticultura y Floricultura sin tierra.
Ed. UTHEA. México, D.,F.

52.- Westwood, M. N. 1982

Fruticultura de zonas templadas.
Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España.

53.- Yonemura, K. and H., Higuchi. 1977.

" The effect of plant density on Sim carnation production "
Research Bulletin of the Aichi-Ken Agricultural Research
Center, Bulletin Horticulture 1977 No. 9
Ornamental Horticulture Vol. 5 No. 2, Feb. 1979.

54.- Yonemura, K.; K., Morioka and T., Sakashita. 1987.

"Effects of planting density and arrangement and the number
of secondary shoots on the yield and quality of Sim carnations "
Horticultural Abstracts. Vol. 59 No. 6 Jun. 1989.