

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**



**TESIS DE GRADO**

**COMPORTAMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE SEIS VARIEDADES  
DE CLAVEL ( *Dianthus caryophyllus* L.) EN SISTEMA HIDROPÓNICO  
TIQUIPAYA - COCHABAMBA**

**DARIA CRISPIN CHAMBI**

**LA PAZ – BOLIVIA**

**2005**

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS**  
**FACULTAD DE AGRONOMÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA AGRONÓMICA**

**COMPORTAMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE SEIS VARIEDADES  
DE CLAVEL ( *Dianthus caryophyllus* L.) EN SISTEMA HIDROPÓNICO  
TIQUIPAYA - COCHABAMBA**

*Tesis de Grado como requisito  
parcial para optar el Título de  
Ingeniero Agrónomo*

**DARIA CRISPIN CHAMBI**

**Tutores:**

Ing. Alfredo Velásquez Arce .....

**Asesores:**

Ing. M.Sc. Jorge Pascuali Cabrera .....

Ing. Ramiro Ochoa Torrez .....

**Comité Revisor:**

Ing. Rafael Diaz Soto .....

Ing. Freddy Porco Chiri .....

Ing. Rafael Murillo Garcia .....

**APROBADA**

**Vicedecano:**

Ing. M.Sc. Félix Rojas Ponce .....

## **DEDICATORIA**

*Gracias a Dios por guiarme en cada momento y darme la dicha de estar junto a la maravillosa familia que tengo.*

*El mayor agradecimiento a mi señor padre Natalio C .por ser ejemplo en mi vida, a ti mamá Enriqueta mi mejor amiga que siempre me diste ánimos para seguir adelante, gracias por el esfuerzo incondicional y apoyo que me brindaron.*

*A mis queridos hermanos Julio, Olga, Rodrigo y Maria por su cariño y apoyo, a mis pequeños por su ternura Ángela, Rocío, Ariel, a Yerkito y Melvita por traerme su alegría y compañía.*

## **AGRADECIMIENTOS**

La elaboración de este documento va dedicada a todas las personas que confiaron y me brindaron apoyo. A mí querida facultad de Agronomía y docentes que contribuyeron en mi formación profesional.

Un especial agradecimiento a mi tutor Ing. Alfredo Velásquez Arce por permitirme el ingreso a la empresa “Flores del Sur” Ltda. Por sobre todo el apoyo, confianza y la enseñanza impartida en el campo de la floricultura. Por su amistad y forma de ser en el trabajo. A su señora esposa la Lic. Nemecia Quinteros jefa de comercialización, ejemplo de mujer emprendedora por los consejos brindados. Al igual el agradecimiento corresponde al personal administrativo y personal de campo con quienes tuve la oportunidad de conocer y trabajar, las experiencias que pase en la empresa forman parte en mi vida personal.

Expreso mis más sinceros agradecimientos a mis asesores Ing. Jorge Pascuali por sus correcciones y sugerencias; y especialmente al Ing. Ramiro Ochoa Torrez por su orientación, sus consejos profesionales y cooperación constante en la corrección del presente trabajo.

Quiero agradecer a una persona especial, por que durante el tiempo que estuve lejos de casa, ella y su familia me brindaron su amistad y confianza desde el primer momento, a la Tec. Agr. Rosa Crispín ¡ gracias por todo!.

Tengo la satisfacción de haber conocido buenos amigos. A Saskia Guerra por su amistad pura, a una compañera Evelin Condorena por disfrutar de buenos

y malos momentos, agradecer a todos y cada uno de mis compañeros con los que pase momentos felices durante la carrera universitaria, a los integrantes del TAVIA 1998 – 2002, MUC, a mis amigos: Roxana, Nelson, Fabiola, Silvia, Juan José V., Gerardo, Víctor A., Estanislao, Norah, Nancy, Ana, Yolita.

A mi querida cuñada Maria Luisa Condorena por comprenderme y entenderme, quedo eternamente agradecida a mi familia por su apoyo y cariño que me brindaron.

*A ti por ser mi fuente de energía, por tu paciencia y apoyo. . . .*

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
INDICE GENERAL .....	i
INDICE DE CUADROS .....	vi
INDICE DE FIGURAS .....	vii
INDICE DE ANEXOS .....	viii
RESUMEN .....	ix

## INDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Justificación .....	2
1.2. Objetivos .....	3
1.2.1. Objetivo general .....	3
1.2.2. Objetivos específicos.....	3
1.3. Hipótesis .....	3
2. REVISION BIBLIOGRAFICA .....	4
2.1. Producción de clavel en Bolivia .....	4
2.2. Descripción del clavel .....	5
2.2.1. Origen.....	5
2.2.2. Taxonomía y morfología.....	5
2.2.3. Clasificación varietal del clavel.....	6
2.3. Requerimientos del cultivo .....	7
2.3.1. Temperatura .....	7
2.3.2. Humedad relativa .....	8
2.3.3. Adaptaciones de la planta .....	8
2.4. Características del clavel comercial .....	8
2.4.1. Categorías de clasificación de clavel.....	9
2.5. Sistemas hidropónicos .....	11
2.5.1. Solución nutritiva .....	12

2.6.	Velocidad de absorción de los elementos.....	13
2.7.	Función de los elementos nutricionales en la planta.....	14
2.7.1.	Nitrógeno.....	14
2.7.2.	Fósforo.....	14
2.7.3.	Potasio.....	15
2.7.4.	Calcio.....	15
2.7.5.	Magnesio.....	16
2.7.6.	Azufre.....	17
2.7.7.	Boro.....	17
2.8.	Fuentes utilizadas para elaborar una solución nutritiva.....	18
2.8.1.	Nitrato de Amonio.....	18
2.8.2.	Nitrato de potasio cristalizado.....	18
2.8.3.	Ácido fosfórico.....	19
2.8.4.	Nitrato de Calcio (superior soluble).....	19
2.9.	pH de la solución.....	19
2.10.	Conductividad eléctrica.....	20
2.11.	Sustrato.....	20
2.11.1.	Cascarilla de arroz quemada.....	21
2.12.	Contenedores hidropónicos.....	22
3.	LOCALIZACION.....	23
3.1.	Localización.....	23
3.2.	Características climáticas.....	23
3.3.	Descripción de la zona.....	23
4.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	25
4.1.	Materiales experimental.....	25
4.1.1.	Material vegetal.....	25
4.1.2.	Equipo de inyección.....	25
4.1.3.	Solución nutritiva.....	27
4.1.4.	Materiales de trabajo.....	28
4.2.	Metodología.....	29
4.2.1.	Descripción del invernadero.....	29

4.3.	Instalación del cultivo .....	29
4.3.1.	Construcción de camas hidropónicas.....	29
4.3.2.	Preparación del sustrato.....	30
4.3.3.	Plantación.....	31
4.4.	Manejo de cultivo .....	32
4.4.1.	Registro de temperatura.....	32
4.4.2.	Riego .....	32
4.4.3.	Fertilización .....	33
4.4.4.	Manejo de cortinas .....	33
4.4.5.	Medición de pH y CE.....	33
4.5.	Labores culturales.....	34
4.5.1.	Despunte .....	34
4.5.2.	Tutoraje .....	34
4.5.3.	Deshije .....	35
4.5.4.	Control de malezas en pasillos y camas .....	35
4.5.5.	Encanastado .....	36
4.5.6.	Desbotonado .....	36
4.5.7.	Cosecha .....	36
4.5.8.	Postcosecha.....	37
4.5.9.	Embalaje de claveles.....	38
4.6.	Diseño experimental .....	38
4.7.	Tratamiento en estudio .....	38
4.8.	Características del área experimental.....	39
4.9.	Variables de respuesta .....	40
4.9.1.	Primera Etapa de evaluación .....	40
4.9.1.1.	Crecimiento de tallo (cm) .....	40
4.9.1.2.	Área foliar (cm <sup>2</sup> ) .....	40
4.9.1.3.	Días a la floración.....	40
4.9.1.4.	Presencia de enfermedades y plagas .....	41
4.9.2.	Segunda Etapa de evaluación.....	41
4.9.2.1.	Longitud de tallo (cm).....	41

4.9.2.2.	Distancia de entrenudos (cm).....	41
4.9.2.3.	Diámetro de tallo (mm).....	41
4.9.2.4.	Largo de botón floral (cm) .....	42
4.9.2.5.	Diámetro de botón floral (cm) .....	42
4.9.2.6.	Rigidez de tallo.....	42
4.9.2.7.	Número de tallos .....	42
4.9.2.8.	Duración en florero .....	43
4.10.	Análisis estadístico.....	44
4.10.1.	Análisis de varianza .....	44
4.10.2.	Prueba de medias.....	44
4.10.3.	Distribución de frecuencias.....	45
4.11.	Análisis económico .....	45
5.	RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	47
5.1.	Aspectos climáticos.....	47
5.2.	Observaciones realizadas.....	49
5.2.1.	Rajado de tallos.....	49
5.2.2.	Valores de pH y conductividad eléctrica.....	50
5.3.	Primera etapa de evaluación .....	51
5.3.1.	Crecimiento de tallo.....	51
5.3.2.	Área Foliar .....	54
5.3.3.	Días a la primera floración.....	57
5.3.4.	Días a la segunda floración .....	59
5.3.5.	Fases de formación de botón floral .....	61
5.4.	Segunda etapa de evaluación.....	63
5.4.1.	Análisis de varianza de las variables de respuesta de tallos florales de la primera y segunda producción .....	63
5.4.2.	Longitud de tallo .....	65
5.4.3.	Distancia de entrenudo.....	67
5.4.4.	Diámetro de Tallo .....	68
5.4.5.	Largo de botón floral.....	69
5.4.6.	Diámetro de botón .....	71

5.4.7. Rigidez de tallo.....	72
5.4.8. Número de tallos florales.....	74
5.4.9. Duración en florero.....	77
5.5. Comparación con la prueba de “t” de las variables características de calidad de los tallos florales de un sistema hidropónico y tradicional. ....	78
5.6. Presencia de plagas y enfermedades.....	79
5.7. Análisis Económico.....	80
6. CONCLUSIONES.....	82
7. RECOMENDACIONES.....	84
8. LITERATURA CONSULTADA.....	85
9. ANEXOS.....	91

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Categorías para clavel.....	10
Cuadro 2. Clasificación de ramos de clavel. ....	10
Cuadro 3. Velocidades de absorción comparativas para los elementos esenciales. 13	
Cuadro 4. Características físicas de la cascarilla de arroz quemada.....	22
Cuadro 5. Características de seis variedades en estudio. ....	25
Cuadro 6. Descripción de cantidades solución nutritiva (mg/L).....	27
Cuadro 7. Fertilizantes empleados en la solución nutritiva. ....	27
Cuadro 8. Dimensiones del ensayo. ....	39
Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable área foliar (cm <sup>2</sup> ) de cuatro evaluaciones. ....	55
Cuadro 10. Prueba de Duncan de cuatro evaluaciones del área foliar (cm <sup>2</sup> ) en seis variedades de clavel.....	56
Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable días a la primera floración. ....	57
Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable días a la segunda floración. ....	60
Cuadro 13. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables de respuesta en la primera y segunda producción. ....	64
Cuadro 14. Tabla de contingencias de la 1ra. Producción de tallos de claveles x categorías de rigidez. ....	73
Cuadro 15. Tabla de contingencias de la 2da. Producción de tallos de claveles x categorías de rigidez. ....	73
Cuadro 16. Tabla de contingencias para ambas producciones de tallos de claveles x categorías de rigidez. ....	74
Cuadro 17. Análisis de varianza para la primera y segunda producción de tallos florales cultivados en sistema hidropónico. ....	75
Cuadro 18. Prueba de Duncan para la primera y segunda producción de tallos florales en seis variedades de clavel hidropónico. ....	75

Cuadro 19. Rendimiento de tallos florales/planta en seis variedades de clavel hidropónico.....	76
Cuadro 20. Prueba de “t” de las variables de respuesta en tallos florales del cultivo hidropónico con el cultivo tradicional.....	79
Cuadro 21. Relaciones Beneficio/Costo (B/C) en base a los rendimientos y costos obtenidos por variedad.....	80

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Exportación de clavel gestiones 1999 – 2002 en millones de dólares americanos (Ceprobol 2002).....	4
Figura 2. Ramos clasificados de clavel en categoría Select.....	11
Figura 3. Localización del ensayo (INE 1999). .....	24
Figura 4. Variedades de clavel (Barberet&Blanc 2002).....	26
Figura 5. Vista interior del invernadero de tipo capilla con cortinas cerradas. ....	29
Figura 6. Sustrato (Cascarilla de arroz cruda sin quemar) .....	30
Figura 7. Vista del cultivo en bloques y de camas hidropónicas con pasillos cubiertos con plástico.....	32
Figura 8. Detalle de tejido de malla con hilo de algodón. ....	35
Figura 9. Lonas con clavel puestas en agua en la sala de poscosecha. ....	37
Figura 10. Tallos de clavel sobre la mesa de clasificación y deshojado de la base del ramo.....	38
Figura 11. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ensayo gestión 2003 – 2004. ....	47
Figura 12. Humedad relativa registrada durante la gestión 2003-2004. ....	48
Figura 13. Rajado longitudinal a nivel del nudo con deformación del tallo floral.....	49
Figura 14. Crecimiento registrado por semanas de seis variedades de clavel. ....	52
Figura 15. Índice de crecimiento en seis variedades de clavel.....	53
Figura 16. Prueba de Duncan para días a la primera floración en seis variedades de clavel.....	58

Figura 17. Prueba de Duncan para días a la segunda floración de seis variedades de clavel en sistema hidropónico. ....	60
Figura 18. Duración de fases de formación de botón floral (días) en seis variedades de clavel hidropónico.....	62
Figura 19. Prueba de Duncan para la longitud de tallo (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico. ....	65
Figura 20. Prueba de Duncan para distancia de entrenudos (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.....	67
Figura 21. Prueba de Duncan para diámetro de tallo (mm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico. ....	68
Figura 22. Prueba de Duncan para largo de botón floral (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.....	70
Figura 23. Prueba de Duncan para el diámetro de botón floral (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.....	71

## INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Descarga y aplicación del sistema de riego. ....	92
Anexo 2. Croquis del ensayo.....	92
Anexo 3. Análisis de varianza del crecimiento en semanas de seis variedades de clavel en sistema hidropónico. ....	93
Anexo 5. Costos de producción e ingresos en seis variedades de clavel en sistema hidropónico en una superficie de 300 m <sup>2</sup> . (t/c= 7.9 Bs.) ....	95
Anexo 6. Detalle de plaguicidas empleados.....	96
Anexo 7. Prueba de “t” de las variables de respuesta de las características de calidad de tallos, de un cultivo hidropónico y un cultivo tradicional de claveles. ....	97
Anexo 8. Evaluación de tallos florales. ....	98

## RESUMEN

En la actualidad los cultivos en sistema hidropónico va incrementándose en superficie, su aplicación surge como alternativa a la creciente disminución de las zonas producto de la desertificación, contaminación, cambios climáticos y continuo aumento poblacional.

La producción de flores a nivel nacional el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) es considerado como una de las especies más representativas de la floricultura, continúa siendo el principal cultivo de exportación de flores en Bolivia con una participación del 48.41 %. Con el tiempo el deterioro progresivo del suelo de los invernaderos y de las zonas de producción de este cultivo en condiciones tradicionales, se ven afectadas con la presencia de patógenos como la infección del suelo, que reduce la producción para fines de exportación y baja la calidad.

El objetivo del trabajo de investigación fue evaluar el comportamiento de seis variedades de clavel en un sistema hidropónico, con el fin de obtener tallos de buena calidad bajo este sistema de producción, se evaluó la producción y las características de la calidad de los tallos florales que se mide por el largo y rigidez.

Los resultados obtenidos en este ensayo permiten establecer que un aumento con cambios bruscos de la temperatura influye en el crecimiento de la planta, la reacción del cultivo a este cambio fue el retraso de la primera floración, pérdida de rigidez y elongación de los tallos florales. Acompañado de un desbalance nutricional como el exceso de potasio y deficiencia de calcio, provoca debilidad y rajado de entrenudos.

Existe diferencia entre variedades, siendo las variedades Domingo y Báltico tuvieron un periodo menor en días a la floración, el rango de floración fue de 93 a

220 días. En la segunda floración el rango fue de 129 a 140 días, las condiciones ambientales fueron favorables para el cultivo. En la producción el rango de número de tallos/plantan fue de 3 a 5, siendo las variedades Domingo, Báltico y Atlético con mayor número de tallos. Las variedades presentaron características favorables en calidad: como en longitud de tallo, distancia de entrenudo, diámetro de tallo, largo de botón, diámetro de botón y rigidez de tallo. Donde las variedades: Domingo, Báltico, Cano presentan mejores cualidades.

Con respecto a las características de calidad de los tallos se tuvo: los ramos de clavel que se obtuvieron en la segunda producción fueron de buena calidad con categorías 65 % Select, 33 % Fancy, 2 % Estándar, al igual en la primera producción pero por factores ambientales y nutricionales se tuvo: 25 % Select, 27 % Fancy, 23 % Estándar, 20 % Short y 5 % descarte.

De acuerdo a las relaciones Beneficio/Costo las variedades que producen rentabilidad económica, se encuentran con un B/C > a 1 son: Báltico con 1.17, Domingo con 1.15, Atlético con 1,08, y las variedades con menor B/C fueron Cano con 0.99, Solar con 0.93 y Nogalte con 0.92; en esta experiencia los claveles cultivados en sistema hidropónico fueron de mejor calidad que las del cultivo en tierra.

## 1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad los cultivos en sistema hidropónico va incrementándose en superficie, su aplicación surge como alternativa a la creciente disminución de las zonas agrícolas producto de la desertificación, contaminación, cambios climáticos y continuo aumento poblacional.

En este sentido para los cultivos sin suelo, el principal objetivo es disminuir los factores limitantes del crecimiento vegetal asociados a las características del suelo, que son sustituidos por otros soportes de cultivo, donde se aplican técnicas de fertilización alternativas y facilitar el control de plagas y enfermedades.

Países como Colombia y Ecuador, son considerados los mayores productores de flores, principalmente por que producen y comercializan a nivel internacional, vienen generando alternativas en una producción intensiva de flores de corte en sistema hidropónico.

En Bolivia, el sector de flores de corte para exportación se ha constituido en una actividad de importancia económica, con un área aproximada de 61,46 ha bajo invernadero a nivel empresarial en el departamento de Cochabamba, siendo el de mayor superficie cultivada claveles con 31,82 ha entre otras están: rosas, crisantemos, gipsophilia, statice, gladiolos y otros (CADEXCO 2000).

Es el subsector dinámico en generación de empleo permanente para la población semirural no calificada, donde el porcentaje mayor corresponde a mano de obra femenina. En 1999 se comercializó aproximadamente \$US 378,02 millones de dólares sin embargo hasta el año 2002, la producción de claveles fue disminuyendo a un valor de venta estimada de \$US 108,913 millones de dólares del valor total de las exportaciones (Ceprobol 2002).

En la producción de flores a nivel nacional, el cultivo de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en particular es considerado como una de las especies más representativas de la floricultura, siendo el principal cultivo de exportación de flores de corte en Bolivia con una participación del 48 % a nivel nacional (Ceprobol 2002).

### **1.1. Justificación**

El deterioro progresivo del suelo de los invernaderos y de las zonas de producción en la explotación de este cultivo en condiciones tradicionales, se ven afectadas con la presencia de patógenos como la infección del suelo por *Fusarium* , constituyendo una limitante que ocasiona pérdidas económicas en los cultivos de exportación, baja la calidad y la producción es destinada al mercado nacional.

Otras causas para la disminución de la producción son los costos de insumos agrícolas, bajos precios en el mercado nacional y el costo de mano de obra, hacen que la rentabilidad de este cultivo disminuya. Al clavel se la considera una flor emblemática, por el carácter tradicional que tiene, a nivel mundial ocupa un lugar privilegiado en la preferencia del mercado manteniéndose la demanda de este producto.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar el comportamiento y productividad de seis variedades de clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) en un sistema hidropónico.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento agronómico de seis variedades comerciales de clavel en sistema hidropónico.
- Evaluar las características de calidad de los tallos florales en seis variedades de clavel.
- Evaluar los costos parciales de producción en sistema hidropónico.

## **1.3. Hipótesis**

Las hipótesis que se propusieron para el ensayo son las siguientes:

$H_0$  : No existe diferencia en el comportamiento de las seis variedades de clavel en sistema hidropónico.

$H_0$  : Las variables de calidad en la producción no son diferentes en las seis variedades de clavel.

## 2. REVISION BIBLIOGRAFICA

### 2.1. Producción de clavel en Bolivia

En Bolivia, el cultivo de clavel se realiza en zonas de condiciones climáticas adecuadas, las zonas productoras se localizan en los departamentos de Cochabamba, Tarija, Sucre y parte de La Paz. La producción de flores se obtiene entre los meses de septiembre a abril, la mayor demanda se presenta en los meses de mayo a julio. En ciertas zonas las flores son un cultivo tradicional que se cultivan a campo abierto o bajo invernadero, las especies más cultivadas son: clavel, rosas, crisantemos y gipsophilia (Velásquez 2003).

Las empresas productoras en claveles aprovechan los meses de enero y febrero donde se realizan las mayores exportaciones con destino a Estados Unidos para la celebración del día de San Valentín, en la Figura 1, se aprecia las exportaciones realizadas durante las gestiones de 1999 hasta el año 2002.

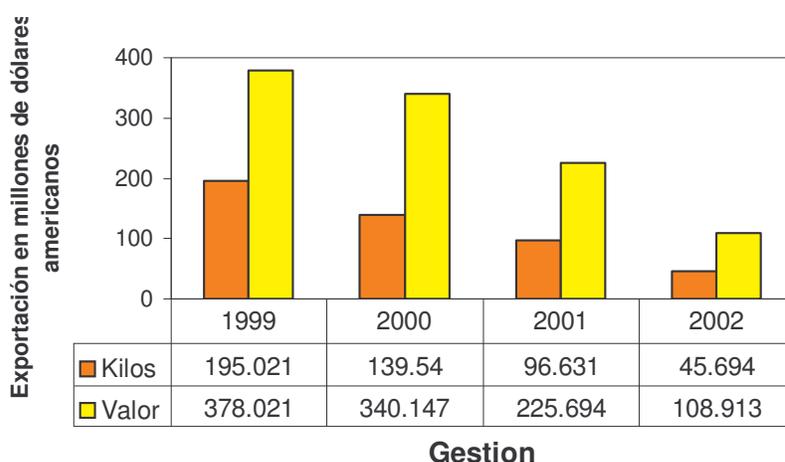


Figura 1. Exportación de clavel gestiones 1999 – 2002 en millones de dólares americanos (Ceprobol 2002).

En el departamento de Cochabamba en las localidades de Quillacollo, Tiquipaya y Vinto se encuentran empresas consolidadas como: Flores del Sur, Flor de Empresa, HH Flor, El clavelito, Flor Alex. Los principales destinos para exportación son: Uruguay, Argentina, Chile, Estados Unidos, Brasil y Paraguay (Velásquez 2003).

## **2.2. Descripción del clavel**

### **2.2.1. Origen**

Infoagro (2003) afirma que el clavel es originario de la cuenca mediterránea, los primeros claveles adaptados a la producción de flor cortada fueron seleccionados en Lyon alrededor del año 1845. A partir de 1942, William Sim obtuvo por hibridaciones y selecciones una serie de claveles que llevan su nombre "Clavel Sim o Clavel Americano", que dieron origen al espectacular desarrollo de la producción en invernadero y bajo túneles.

Según Larson (1988) la industria del clavel le debe mucho a las variedades de Sim para la producción de claveles con tallos largos y grandes flores y que el origen del nombre común, clavel probablemente se derive de "coronación", ya que los griegos tejían flores *Dianthus* en coronas para sus atletas.

### **2.2.2. Taxonomía y morfología**

Arancibia (1999) e Infoagro (2003) afirman que el clavel (*Dianthus caryophyllus* L.) pertenece a la familia *Cariophyllaceae* y al género *Dianthus*, es una planta herbácea perenne de día largo, muy ramificada, de tallos herbáceos generalmente largos de 40 a 80 cm de altura con nudos hinchados y entrenudos lampiños.

- **Hojas:** presenta hojas opuestas por pares, lineares de 0,8-1,5 cm de longitud, planas y blandas, acuminadas y glaucas, lanceoladas y agudas, con la base envainadora (Infoagro 2003).
- **Flores:** flores actinomorfas hermafroditas. Epicáliz con 4 a 6 brácteas anchas, abruptamente acuminadas, mucho más cortas que el cáliz. El cáliz de 2,5 – 3,0 cm de longitud, con dientes triangulares. Pétalos dentados de forma irregular, no barbados, de 1,0 – 1,5 cm de longitud (Infoagro 2003).

### 2.2.3. Clasificación varietal del clavel

Guerrero citado por Cartagena (1999) afirma que existe un gran número de variedades de clavel (más de doscientas) inscritas, normalmente los cultivos se clasifican en tres grupos que responden a caracteres muy diferentes tanto desde el punto de vista morfológico y fisiológico respecto a sus características de cultivo:

- **Claveles americanos o Sim.** Presentan flores grandes y de buena calidad, la vegetación es más abundante que en los mediterráneos, hojas bastante grandes, tallos largos y consistentes; son muy exigentes en las condiciones de cultivo, por lo que se plantan en invernadero, resisten poco a las variaciones de climatológicas, son sensibles a ataques de *Fusarium*, en este grupo se encuentra: Scania Sim, Red Sim, D diablo, Pink Sim, Lena, Nora Pink, Calypso, Flamingo, White Sim, Scania, Tangerine Red Diamond, etc.
- **Clavel miniatura o multiflores a veces uniflores o "Spray"**. Son los claveles que presentan el mayor número de botones florales. Los pedúnculos del Spray no deben ser muy largos porque se pierde la flor, en este grupo se encuentran: New Elsy (rojo), Tony (naranja), White Elegance (blanco), Tip – Top (estriado), Castillo (naranja), River Orange (naranja), Silver Pink (rosa), Teddy (rosa), etc.

- **Clavel mediterráneo o claveles híbridos uniflores o estándar.** Estos claveles son cultivados y son tolerantes a fusariosis, entre estas tenemos a: Amapola (rojo), Ronja (rosa), Candy (amarillo), Happy Candy (bicolor), Virginia (blanco), etc.

INDAP (2002) señala que las características más importantes en la clasificación y obtención de nuevas variedades son: la resistencia al *Fusarium*, la producción, la longitud del tallo, precocidad y rapidez de crecimiento, duración de la flor y características de post recolección, la carencia de botones laterales, su adaptación y color.

## **2.3. Requerimientos del cultivo**

### **2.3.1. Temperatura**

Guerrero citado por Cartagena (1999) señala que los claveles son capaces de resistir ciertas variaciones de la temperatura ambiental, necesitan 5 a 6 °C de calor, por debajo de los cuales detienen su crecimiento a 0 °C, las flores, yemas y brotes mueren.

Albertos citado por Arancibia (1999) indica que la temperatura es un factor limitante para el clavel tanto por exceso como por defecto, la temperatura máxima que resiste es de 38 a 40 °C aunque le son ya perjudiciales a los 40 a 45 °C y por debajo de 0 °C existe la rotura de tallos, los saltos bruscos de temperatura favorece a la rotura de los cálices.

Hernández citado por Menacho (2001) menciona que las temperaturas óptimas para obtener buenas flores de calidad, están comprendidas entre los 12 a 14 °C durante la noche y de 20 a 24 °C en el día.

Tisdale (1991) afirma que la temperatura afecta en las funciones de fotosíntesis, respiración, permeabilidad de la pared celular, absorción de elementos minerales y absorción de solutos por las raíces. La respiración tiene lugar más lentamente a bajas temperaturas y se incrementa con las temperaturas más elevadas.

### **2.3.2. Humedad relativa**

Para Hernández citado por Menacho (2001) indica que la humedad relativa que oscila entre 60 y 80 % favorece en el desarrollo de la planta y regula la apertura de los estomas los bajos niveles de humedad favorecen el desarrollo de la araña roja en el cultivo.

La humedad relativa juega un papel importante en la producción de claveles, cuando se tiene una humedad relativa cerca del 100 % favorece el desarrollo de hongos y patógenos (Herrero citado por Menacho 2001).

### **2.3.3. Adaptaciones de la planta**

Brauer (1981) menciona que las funciones vitales de una planta están determinadas por los factores ecológicos y por la herencia que actúan siempre en conjunto de modo que toda la fisiología de una planta tiene relación con su herencia, las reacciones fisiológicas son particularmente importantes por que van íntimamente ligadas a factores que caracterizan un clima, tales reacciones son determinantes en la capacidad de adaptación de una especie o de una variedad en particular.

## **2.4. Características del clavel comercial**

Sanchez (1996) e Infoagro (2003) señalan que el clavel comercial debe producir entre 10 y 15 tallos al año, hasta la floración se desarrollan entre 15 y 18 nudos. Las regulaciones para el suministro de claveles que tienen que ver con la calidad,

clasificación y empaque con fines de exportación, deben cumplir las siguientes características:

- Los tallos deben ser rectos y lo suficientemente firmes para llevar las flores, el tamaño de botón debe ser en buena relación con la longitud del tallo, con hojas limpias y anchas.
- La capacidad que tengan los tallos para emitir brotes laterales.
- De acuerdo con el número de flores consideradas como válidas, dependerá de una perfecta definición del punto de corte, el cáliz entero no rasgado.
- Debe tener una buena vida en jarrón, incrementada por el pre – tratamiento del cultivador.
- La flores deben ser frescas, se aceptan solamente flores sin problemas fitosanitarios.
- Flores con botritis son inaceptables.
- Para el empaque, a todos los ramos se debe colocar un capuchón, si el capuchón va impreso con un logotipo, éste debe ser impreso solamente por una cara. Las medidas del capuchón son 50 x 35 x 12. El capuchón debe ser microperforado por ambos lados (protegida con papel celofán).
- Los ramos se empacan en dos niveles, colocados con las cabezas de las flores a un solo nivel, sin embargo el nivel superior es más abajo que el nivel inferior, teniendo en cuenta la cantidad igual de 4 ramos en cada nivel. Asumiendo un total de 16 ramos por caja.
- Una vez seleccionadas y embaladas, el clavel resiste el almacenaje en frío temperaturas de 2 a 5 °C sobre cero, sin problemas ya que pueden permanecer en estas condiciones hasta tres semanas.

#### **2.4.1. Categorías de clasificación de clavel**

Larson citado por Cartagena (1999) hace referencia de las categorías desarrolladas para clavel común por la Sociedad de Floristas Norteamericanos, se presenta en el Cuadro 1.

**Cuadro 1. Categorías para clavel.**

FACTOR	Categoría 1	Categoría 2	Categoría 3
	Largo (55)	Normal (43)	Corto (30)
Diámetro mínimo de la flor (cm)	Apretado = 5,0 Lig. Apretado = 6,2 Abierto = 7,5	4,4 5,6 6,9	Ninguno

Fuente: Larson citado por Cartagena 1999.

La clasificación de los ramos de clavel, se realiza según al tamaño de los tallos preclasificados o seleccionados, la presencia de torceduras, valoración del caliz y el el follaje, de los que se elaboran ramos de 25 tallos, siendo estos diferenciados por el color de liga con el cual se los agrupa. En el Cuadro 2 se presenta las categorías para la clasificación de ramos.

**Cuadro 2. Clasificación de ramos de clavel.**

Categoría	Tamaño (cm)	Torcedura	Cáliz	Follaje	Color de liga
Select	65 – 70	Nada	Sin partidura	Completo	Amarillo
Fancy	60 – 65	Leve	Sin partidura	Completo	Verde
Estándar	50	Leve	Sin partidura	Completo	Rojo
Short	40	Mediana	% partido	Incompleto	Amarillo

Fuente: Flores del Sur 1996.

La categoría Select de 70 cm y Fancy de 60 cm, son tallos con mayor longitud como se observa en la Figura 1, estas categorías son las mas preferidas del mercado. Los claveles son clasificados por su rigidez y largo de tallo con ausencia de defectos sin torceduras, con el cáliz entero. El color de liga indica el tamaño del ramo, el cual se amarra en ambos extremos uno afirmando la base de los tallos sobre los 10 cm y otra liga simple a unos 10 cm por debajo de los botones florales (Velásquez 2003).



**Figura 2. Ramos clasificados de clavel en categoría Select.**

## **2.5. Sistemas hidropónicos**

Calderón (2001) indica que la palabra hidroponía deriva del griego *hydro* (agua) y *ponos* (labor, trabajo) lo cual significa literalmente trabajo en agua. Esta definición se usa en la actualidad para describir todas las formas de cultivo sin suelo donde pueden emplearse sistemas abiertos y cerrados; con algún tipo de medio de cultivo o sustrato, tales como: cascarilla de arroz cruda y quemada, grava, arenas, piedra pómez, carbones y turba entre otros. A los cuales se les añade una solución nutritiva que contiene todos los elementos esenciales necesarios para el normal crecimiento y desarrollo de las plantas.

Infoagro (2003) señala que el cultivo sin suelo empezó a desarrollarse a partir de 1975 en numerosas regiones de producción debido a los daños que provocaba la fusariosis vascular. Se emplea contenedores con suelos "resistentes" a *Fusarium*, puesto que el aporte calcáreo (presencia del ión  $\text{Ca}^{+2}$  y aumento de pH) permite controlar este hongo. El clavel se cultiva igualmente sobre sustratos artificiales.

Por otro lado Sánchez del Castillo citado por Cabrera (1997) indica que la hidroponía es un sistema que tiene por objeto optimizar las funciones que el suelo desempeña. Es decir, va proporcionando al cultivo un sustrato con las condiciones más idóneas desde el punto de vista físico, químico y fitosanitario, eliminando a su

vez la acción de todos aquellos factores que en el suelo por su naturaleza, lo llevan inevitablemente a modificaciones que se traducen en limitantes para el desarrollo de los cultivos.

Al respecto Howard (1987) afirma que principalmente, las mayores ventajas del cultivo hidropónico frente al tradicional son una mayor eficiencia en la regularización de la nutrición, su posibilidad de empleo en regiones del mundo que carecen de tierras cultivables, una utilización más eficiente del agua y fertilizantes, así como una mayor densidad de plantación que conduce a un incremento de cosecha.

### **2.5.1. Solución nutritiva**

Con el método hidropónico la planta debe encontrar las mismas condiciones que ofrece la naturaleza, con lo cual las reacciones químicas en el interior del tejido vegetal quedarán facilitadas. De ahí la importancia esencial de la solución nutritiva artificial, que es el fundamento de la hidroponía (Huterwal 1990).

Howard (1987) sostiene que en la realización de la solución nutritiva con frecuencia las formulaciones no son perfectas y no pueden serlo, puesto que la formulación óptima depende de muchas variables como:

1. La especie y variedad de la planta.
2. El estado de desarrollo de la planta.
3. La parte de la planta que será cosechada.
4. La estación del año.
5. El clima, temperatura, intensidad de la luz e iluminación del sol.

El mismo autor menciona que las formulaciones de nutrientes están compuestas normalmente de diferentes niveles según los estados de desarrollo de la planta en los cuales se utilicen.

Al respecto Barceló (1988) señala que las soluciones nutritivas representan un medio excelente para regular la cantidad y la proporción relativa de las sales minerales suministradas a las plantas en cualquier experimento, si los nutrientes y el pH de la solución se mantienen dentro de niveles adecuados, también otras condiciones como luz y temperatura, las plantas crecerán en estas soluciones como si se tratara del suelo más fértil.

## 2.6. Velocidad de absorción de los elementos

Calderón (2001) señala que los elementos esenciales de una solución hidropónica, se pueden agrupar en tres categorías basadas en que tan rápidamente se absorben de la solución, de acuerdo al Cuadro 3, tenemos:

**Cuadro 3. Velocidades de absorción comparativas para los elementos esenciales.**

<b>GRUPO</b>	<b>ELEMENTOS</b>
Grupo 1. Absorción activa, remoción rápida	N-NO <sub>3</sub> , N-NH <sub>4</sub> , P, K, Mn
Grupo 2. Absorción intermedia	Mg, Fe, Zn, Cu, Mo, Cl
Grupo 3. Absorción pasiva, remoción lenta	Ca, B, S

Fuente: Calderón 2001.

Según el Cuadro 3 los elementos del Grupo 1, son absorbidos por las raíces y son retirados de la solución nutritiva en unas pocas horas. Los elementos del Grupo 2, tienen tasas intermedias de absorción y se retiran de la solución más rápido que la absorción del agua. Los elementos del Grupo 3, se absorben pasivamente de la solución y se acumulan a menudo en el sustrato o en las soluciones residuales (Calderón 2001).

## **2.7. Función de los elementos nutricionales en la planta**

### **2.7.1. Nitrógeno**

Rodríguez (1982) señala que el nitrógeno, influye en el crecimiento y desarrollo normal de las plantas, determinando el balance del crecimiento vegetativo y reproductivo, estimula el aumento del número y tamaño de las células foliares y por ende origina un aumento en la producción vegetal.

En cambio para Gamboa citado por Arancibia (1999) indica que el nitrógeno influye directamente en el crecimiento de la planta, cuando contienen las cantidades requeridas, se caracterizan por que sus hojas son anchas y largas. Presentan una curvatura hacia abajo y su coloración verde intenso.

Verdugo citado por Ojeda (2002) sustenta que el nitrógeno estimula el crecimiento de hojas y tallos. Una planta deficiente en nitrógeno tiene hojas angostas y las hojas nuevas son amarillentas en lugar del color verde azulado normal; las flores también son pequeñas y escasas.

### **2.7.2. Fósforo**

Gamboa citado por Arancibia (1999) menciona que el fósforo es un elemento importante en la planta, ya que interviene en la división celular y los meristemas. Por eso es básico para el desarrollo de las raíces y en la formación de las flores. Se necesita niveles suficientes de magnesio para la absorción de fósforo, pero si hay un déficit de magnesio es difícil aumentar los niveles de fósforo.

Verdugo citado por Ojeda (2002) señala al fósforo como estimulante en el crecimiento radical, el tamaño del botón y adelanta la floración. Ante su falta se advierte una desnutrición general de la planta, expresada con botones florales pequeños que se demoran mucho en abrir.

### **2.7.3. Potasio**

El INDAP (2002) señala que el potasio mejora el aspecto del clavel y aumenta el vigor de las plantas, su carencia ocasiona la formación de tallos débiles de escasa consistencia y flores pequeñas.

Sobre este elemento para Gamboa citado por Arancibia (1999) y Roponce (1999) señalan que el potasio tiene como misión formar parte de la estructura de sostén del tallo, formación del cáliz, es un elemento que la planta de clavel utiliza en menor cantidad, si los niveles de potasio son normales en la planta, mejora la calidad de la planta y el vigor estimulando la asimilación de hidratos de carbono.

A su vez Rodríguez (1991) relaciona al potasio como responsable del engrosamiento y elasticidad de las paredes celulares, cutículas y fibras; lo que determina la penetración o no de agentes patógenos, influye en la dominancia apical en condiciones de deficiencia de este elemento.

Ojeda (2002) asegura que el potasio estimula la producción de botones en cantidad y mejora el aspecto general de las plantas, su falta disminuye la producción en número de flores cosechadas.

Para Calderón (2001) inicialmente se reduce la calidad de las plantas por tallos delgados y débiles cuando la deficiencia es severa se observan manchas necróticas irregulares y se aumenta notablemente la susceptibilidad al descabece y rajado de tallos.

### **2.7.4. Calcio**

Barceló (1988) y Verdugo citado por Ojeda (2002) señalan que el calcio está relacionado con la rigidez y dureza de los tejidos, es un elemento que puede actuar en plantas bajo dos formas: como componente estructural de paredes y membranas

celulares y como cofactor de varias enzimas. Clásicamente, el calcio es asociado con la estructura de la pared celular, su función en la pared celular se supone que es contribuir por algún mecanismo aún no conocido a la rigidez de la pared misma.

Por la importancia del calcio en la función que cumple en el cultivo de clavel, se realizó estudios en Colombia por Calderón (2001) sobre un ensayo de claveles hidropónicos afirma que el desbalance nutricional de los tallos rajados es un exceso de nitratos, un exceso de potasio y una deficiencia de calcio localizada en la parte baja y media de los mismos, la cual generalmente no afecta el follaje.

El mismo autor menciona que el calcio se encuentra en la parte baja de los entrenudos del tallo, actuando como órgano de reserva de estos nutrientes (nitrógeno nítrico y potasio). El calcio estaría pasando por el tallo directamente hacia el follaje en cantidades adecuadas pero no se estaría fijando adecuadamente en los tejidos del tallo. Así mismo señala que con frecuencia la deficiencia de calcio puede contribuir al rajado del cáliz. También se ha postulado la deficiencia de boro como causal de este problema.

#### **2.7.5. Magnesio**

Según Rodríguez (1991) el magnesio favorece en la asimilación del fósforo y nitrógeno, proceso denominado sinergismo (concurso activo y concentrado de varios órganos para realizar una función) participa en la síntesis de proteínas como activador de algunos de los sistemas enzimáticos.

Tanto Huterwal (1990) y Verdugo citado por Ojeda (2002) mencionan que el magnesio actúa como vehículo del fósforo y que a su vez estimula el color verde de las hojas, el déficit de magnesio y la ausencia de hierro puede causar clorosis intervenal y baja en la producción.

El clavel no es muy susceptible a carencias de cobre, manganeso y zinc, si se presentan, lo más fácil es aportarlos por vía foliar, aprovechando cualquier tratamiento fitosanitario (López 1989).

#### **2.7.6. Azufre**

Sobre el azufre Huterwal (1990) sostiene que se encuentra distribuido casi uniformemente en la totalidad de la planta. Es esencial para la formación de proteínas, su déficit reduce el crecimiento, es evidente que los sulfatos aumentan el contenido de nitrógeno de las plantas.

Tisdale (1991) señala que el azufre se absorbe por las raíces de las plantas casi exclusivamente en forma de ión sulfato, pequeñas cantidades son absorbidas bajo la forma de dióxido de azufre, a través de la hojas de las plantas y son utilizadas por la planta.

#### **2.7.7. Boro**

Barceló (1988) se refiere al boro como transportador de azúcares, el boro formaría un complejo con los azúcares facilitando de esta forma el transporte de los mismos a través de la planta. Otras sugerencias suponen que el boro inhibe la síntesis de almidón manteniéndose los azúcares en formas solubles fácilmente transportables, o bien que el boro aumenta la síntesis de sacarosa, que es el principal azúcar transportado en vegetales. Puede desempeñar alguna función en el metabolismo del RNA y la síntesis del ácido giberélico.

En un ensayo realizado por Mostafa citado por Ojeda (2002) donde probó los efectos del boro, el magnesio y el manganeso, se encontró que el boro incrementa el número y peso seco de las hojas, el diámetro floral y la duración de las flores.

El mismo autor señala que el boro actúa con el manganeso incrementando el largo, diámetro y peso seco del tallo, aumenta el número de hojas y promueve la floración temprana, al respecto se menciona que el boro está relacionado con el número de pétalos que tiene cada flor.

Calderón (2001) asevera que aparentemente el boro es un elemento que no llega a los sépalos, por fenómenos de translocación no se deposita en los sépalos a pesar de que las hojuelas de las partes superiores tiene elevado contenido de este elemento.

El déficit de boro motiva que las células de los brotes en crecimiento dejen de dividirse y que las hojas jóvenes mueran desde su base de implantación, también produce flores mal formadas y con pocos pétalos (Huterwal 1990).

## **2.8. Fuentes utilizadas para elaborar una solución nutritiva**

### **2.8.1. Nitrato de Amonio**

Calderón (2001) y MOLINOS & CIA S.A. s.f. menciona que los nitratos producen tallos gruesos, resistentes y no tan largos. Los amoniacales producen tallos delgados y mas alargados, el uso de fuentes amoniacales como el nitrato de amonio y el sulfato de amonio causan descenso del pH así que estas se pueden utilizar para este efecto.

### **2.8.2. Nitrato de potasio cristalizado**

Es un fertilizante completamente soluble en agua, que contiene dos nutrientes esenciales para las plantas: 46 % de potasio ( $K_2O$ ) y 13 % de nitrógeno en forma nítrica ( $NO_3^-$ ). El nitrógeno nítrico esta inmediatamente disponible para las plantas aún en tiempo frío, además mejora la absorción de potasio ( $K^+$ ), calcio ( $Ca^{2+}$ ), magnesio ( $Mg^{2+}$ ) y otros cationes por las raíces de las plantas. Su empleo en

sistemas de fertirriego e hidroponía es favorable e ideal para cultivos de flores (MOLINOS & CIA S.A. s.f.).

### **2.8.3. Ácido fosfórico**

Es una concentración del 85 % de ácido fosfórico técnico (61,6 %  $P_2O_5$ ) y 12 % de nitrógeno en forma amoniacal, es seguro y fácil de aplicar, se puede aplicar en todos los estados de crecimiento en hortalizas y frutales (MOLINOS & CIA S.A. s.f.)

### **2.8.4. Nitrato de Calcio (superior soluble)**

Cada gránulo contiene 16,9 % de nitrógeno(15.5 % como nitrógeno nítrico y 1,4 % como nitrógeno amoniacal) y 19 % de calcio hidrosoluble (27 % Ca O). Es un fertilizante 100 % hidrosoluble. Se utiliza principalmente en la preparación de soluciones madre para su aportación mediante riego (MOLINOS & CIA S.A. s.f.)

## **2.9. pH de la solución**

Perez (1994) y Llanos (2001) afirman que el pH de la solución hidropónica es una medida del grado de acidez o alcalinidad de la solución. Las plantas pueden tomar los elementos en un rango óptimo de pH comprendido entre 5 y 7. Los valores altos harán menos disponibles a algunos nutrientes, un pH muy bajo puede insolubilizar algunos nutrientes.

Al respecto Fisher *et al.* (2000) sustenta que el pH de un medio es importante porque controla una cadena de factores que afectan la salud de la planta. Las plantas sólo toman nutrientes disueltos a través de las raíces. El pH del medio controla las reacciones químicas que determinan si los nutrientes van a ser disponibles para la absorción por las raíces (solubles), o no disponibles para la absorción (insolubles).

Calderón (2001) menciona que las plantas crecen igualmente en un pH comprendido entre 4 y 7; siempre que los nutrientes no lleguen a ser limitantes. Esto es por que los efectos directos del pH en el crecimiento de la raíz son pequeños. El problema es la disponibilidad de nutrientes que se reduce en un pH alto y bajo.

## **2.10. Conductividad eléctrica**

Savvas (2001) menciona que la concentración total de sales en los sustratos es una de las propiedades más importantes de la producción de cultivos en contenedores. Los nutrientes esenciales para cubrir los requerimientos de las plantas son agregados mediante los fertilizantes y la conductividad eléctrica es una estimación grosera de la concentración de nutrientes en la solución del sustrato.

Huterwal (1990) señala desde el punto de vista de la concentración de sales, una regla general es que, sea cual sea la formula adoptada, la solución no deberá tener en último término una concentración en sales superior al tres por ciento, siendo el optimo entre 1,8 a 2 gramos por ciento de agua, con este valor se esta asegurando de no quemar las raíces.

Al respecto Infoagro (2003) señala que la fertilización está basada en los requerimientos nutricionales de la planta, de acuerdo a su estado fenológico y al consumo de agua que la planta realice (época del año) considera que la conductividad eléctrica debe mantenerse con valores de 1 – 2 ds/m (c.e.); si la conductividad aumenta, la solución nutritiva deberá hacerse más diluida, pero la composición se debe mantener igual.

## **2.11. Sustrato**

El INDAP (2002) menciona que un sustrato es el medio material donde se desarrolla el sistema radicular del cultivo, tiene como funciones mantener la adecuada relación de aire y solución nutritiva para proporcionar a la raíz el oxígeno y

los nutrientes necesarios, no existe el sustrato ideal su elección dependerá de las características del cultivo.

Según Calderón (2001) se entiende por sustrato un medio sólido inerte, que tiene una doble función: la primera, anclar y aferrar las raíces protegiéndolas de la luz y permitiéndoles la respiración y la segunda, contener el agua y los nutrientes que las plantas necesitan. El empleo de sustratos sólidos por los cuales circula la solución nutritiva, es la base del cultivo hidropónico. El mismo autor, señala como mejores aquellos sustratos que permiten la presencia del 15 al 35 % de aire y del 20 al 60 % de agua en relación con el volumen total.

#### **2.11.1. Cascarilla de arroz quemada**

Calderón (2002) menciona que la cascarilla de arroz es un subproducto de la industria molinera, que resulta abundante en las zonas arroceras de muchos países y que ofrece buenas propiedades para ser usado como sustrato hidropónico.

Los estudios realizados por Calderón y Cevallos (2002) se refieren a las características de la cascarilla de arroz quemada, mencionando que la estabilidad física será la que determine si se mantiene con el tiempo una porosidad correcta dependiendo de la velocidad de disgregación y descomposición del material, esta deberá ser lo más lenta posible; la cascarilla de arroz quemada se disgrega más lentamente que la cascarilla cruda. Esto debido a que los microorganismos (bacterias) atacan con menos facilidad al carbón, se presenta como material liviano, de buen drenaje, buena aireación, en el Cuadro 4 se observa las características de la cascarilla de arroz quemada.

**Cuadro 4. Características físicas de la cascarilla de arroz quemada.**

<b>CARACTERISTICA</b>	<b>VALOR</b>
Tamaño grano/mm	1 – 4
Dap. kg/m <sup>3</sup>	0.17
Porosidad total % vol	80 – 90
Capacidad de aire	35 – 55
Agua fácilmente disponible % vol	10 – 20
Agua de reserva % vol	5 - 10
Agua difícilmente disponible % vol	1 – 2
Capilaridad	Regular

Fuente. Calderón y Cevallos 2002.

## **2.12. Contenedores hidropónicos**

Sobre los contenedores Hoyos citado por Mamani (1999) menciona que los recipientes a utilizarse en un sistema hidropónico pueden ser botellas plásticas, cajones de madera, vidrio, plásticos tubulares, bolsas y recipientes que uno se pueda imaginar. Los recipientes de madera, asbesto y cemento, deben ir forrados con plástico, de no ser así los nutrientes no pueden ser tomados por la planta. Una de las características del recipiente es que no sea demasiado hondo, empleándose entre 10 y 30 cm de profundidad con un declive del 1 al 5 %.

### **3. LOCALIZACION**

#### **3.1. Localización**

El ensayo experimental se realizó en el departamento de Cochabamba, en los predios de la Empresa “Flores del Sur”, situada al sud de la localidad de Tiquipaya tercera sección municipal de la provincia Quillacollo (Figura 3), ubicado a 17° 29' de Latitud Sud y 66°13' de Longitud Oeste, a una altitud de 2680 m.s.n.m.; distante a 15 km de la ciudad de Cochabamba (Proyecto Rojas 1996).

#### **3.2. Características climáticas**

La región se caracteriza por tener un clima templado, con cambios térmicos en la época invernal, otoño y primavera semisecos, presenta una precipitación media anual promedio de 461,8 mm/año, la distribución de lluvias es irregular abarcando el periodo lluvioso de diciembre a marzo, la temperatura media anual es de 16,4 °C, con una mínima promedio anual de 7 °C y una máxima de 25,8 °C.. (CIF 2002).

#### **3.3. Descripción de la zona**

El municipio de Tiquipaya abarca tres pisos agroecológicos: el Valle central de Cochabamba, Cordillera del Tunari y Sub trópico hacia el Chapare. La mayor parte de la población vive de labores agropecuarias, el 45 % de sus tierras de cultivo están bajo riego como: papa, maíz, flores, cebolla, zanahoria, lechuga, habas, alfa alfa y cebada. El cultivo de flores en instalaciones empresariales ha convertido a Tiquipaya en el principal centro de exportación de rosas y claveles de Bolivia que cobra importancia por la demanda del mercado internacional (INE 1999).



## 4. MATERIALES Y MÉTODOS

### 4.1. Materiales experimental

#### 4.1.1. Material vegetal

Se evaluaron las variedades: Domingo, Atlético, Báltico, Cano, Solar y Nogalte material procedente de España de la línea Barberet & Blanc (Figura 4), con características favorables para el mercado de exportación, el hábito de crecimiento es de tipo Sim monoclevel standar. Las características se detallan en el Cuadro 5.

**Cuadro 5. Características de seis variedades en estudio.**

<b>VARIEDAD</b>	<b>COLOR</b>	<b>Resist. F.o.</b>	<b>PRECOCIDAD</b>
Domingo	Rojo	Tolerante	Muy rápida
Atlético	Fantasía	Sumamente resist.	Media
Báltico	Blanco	Sumamente resist.	Rápida
Cano	Amarillo	Muy resistente	Rápida
Solar	Naranja	Muy resistente	Rápida
Nogalte	Naranja – rojo	Sumamente resist.	Muy rápida

Fuente: Barberet & Blanc 2002.

#### 4.1.2. Equipo de inyección

El equipo de inyección tiene las siguientes características: Modelo AMIAD (bomba hidráulica) el principio de operación del inyector, funciona succionando la solución del tanque inyectándola al sistema de riego por medio de una bomba, la que crea una presión más alta que la existente en el mismo sistema. La bomba de inyección incluye un dispositivo de desplazamiento como un pistón. La descarga calculada del inyector fue de 1,25 L/minutos (Anexo 1) se utilizó un tanque de material resistente a las soluciones químicas.



**DOMINGO**



**ATLETICO**



**BALTICO**



**CANO**



**SOLAR**



**NOGALTE**

**Figura 4. Variedades de clavel (Barberet&Blanc 2002).**

### 4.1.3. Solución nutritiva

Para la formulación de las soluciones, se realizó de acuerdo al requerimiento nutricional del cultivo, en base a formulaciones empleadas en otros países como: Colombia, Ecuador y EE.UU. con la disponibilidad de insumos en el mercado, los mismos se detallan en el Cuadro 6.

**Cuadro 6. Descripción de cantidades solución nutritiva (mg/L).**

ELEMENTO	ETAPA VEGETATIVA	ETAPA PRODUCTIVA
N – total	200	167
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	40	40
K <sub>2</sub> O	180	233
Ca	100	108
Mg	50	35
S	20	20

Fuente: Velásquez 2003.

La solución nutritiva esta compuesta por sales minerales inorgánicas, que en su formulación contienen los elementos indispensables: nitrato de amonio, nitrato de potasio, nitrato de calcio, ácido fosfórico, sulfato de magnesio, bórax, fosfato monoamonico y micro elementos. La preparación de las soluciones se realizo en dos grupos, de acuerdo a la compatibilidad entre los fertilizantes en el Cuadro 7 se tiene la lista de fertilizantes en dos grupos de solución.

**Cuadro 7. Fertilizantes empleados en la solución nutritiva.**

Solución A	Solución B
Nitrato de calcio	Sulfato de magnesio
Nitrato de potasio	Nitrato de potasio
Microelementos	Bórax
Fosfato monoamonico	Microelementos

Estas sales fueron diluidas en forma separada, se tuvo una orden de preparación de cada fertilizante estas se dividieron para seis aplicaciones que consistía de lunes a sábado, se intercalo la solución A y B preparando en un volumen

de agua de 80 litros aplicado en dos tiempos de 25 minutos se aplicó en horas de la mañana.

#### 4.1.4. Materiales de trabajo

Los materiales que se emplearon en las actividades que requirió el cultivo fueron:

- Regadera de 10 L
- Tijera de podar
- Tachos
- Fichas de producción
- Pala de jardín
- Nivelador de madera
- Mochila fumigadora de 20 L
- Marcadores
- Termómetro de máxima y mínima
- Bolsas de yute
- Tubos PVC
- Baldes de 5 L
- Lonas de cosecha
- Marcador de hileras
- Tacho de 80 L
- Picota
- Palas
- Cuchillo de corte
- Balanza de precisión
- Guantes de goma
- Alicates

Respecto a los materiales de escritorio se utilizaron:

- Computadora
- Cámara fotográfica
- Cuaderno de anotaciones
- Tablero
- Película normal de 35 mm
- Papel milimetrado
- Calculadora
- Lápices
- Libreta de registros
- Marcador de acetato
- Hojas de papel

## **4.2. Metodología**

### **4.2.1. Descripción del invernadero**

El espacio que se utilizó para el ensayo fue de una superficie de 300 m<sup>2</sup>, la construcción es de tipo capilla, el techo de tipo sierra dividida en cinco naves, posee una altura de a los extremos 4 m de altura subiendo a la parte central con 6 m las paredes del invernadero como se observa en la Figura 5, poseen cortinas que se abren y cierran manualmente durante el día y la tarde, de acuerdo a la temporada verano – invierno.



**Figura 5. Vista interior del invernadero de tipo capilla con cortinas cerradas.**

## **4.3. Instalación del cultivo**

### **4.3.1. Construcción de camas hidropónicas**

La construcción de camas hidropónicas, se realizó al interior del invernadero dos semanas antes de la plantación, se inicio con la limpieza del lugar, primero se niveló el terreno dejando un declive de 5 %, luego se extendió cascajo sobre la superficie donde se ubicarían las camas, sobre el cascajo se cubrió con plástico (en desuso) todo el terreno. Se emplearon 12 camas hidropónicas reconstruidas de

madera; cada cama media 15,50 m de largo por 1,10 m de ancho, de profundidad 0,20 m, revestidos internamente con plástico las camas hidropónicas fueron ubicadas a nivel del piso, colocando a 6 camas por lado.

#### **4.3.2. Preparación del sustrato**

Para la preparación del sustrato se quemó la cascarilla de arroz cruda, procediendo de la siguiente forma:

1. Se amontonaron en una cantidad aproximada de 2 m<sup>3</sup> con la ayuda de una pala, en un canchón de la empresa (Figura 6).



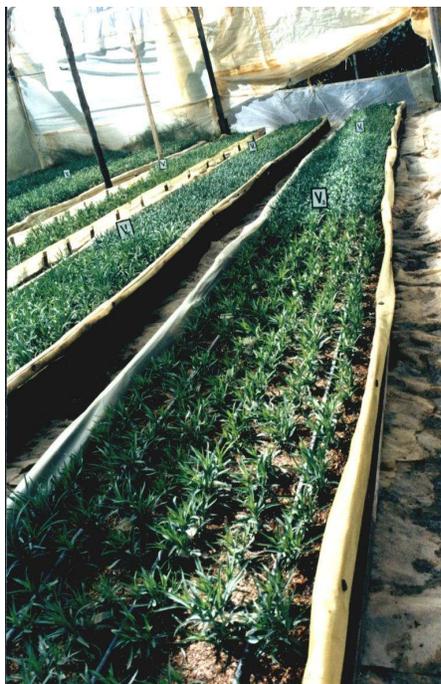
**Figura 6. Sustrato (Cascarilla de arroz cruda sin quemar)**

2. En un extremo de los montones se hizo una fogata que ardió alrededor de 15 minutos. Posteriormente se retiró la leña que no fue consumida, y se empezó a tapar de atrás hacia delante cubriendo totalmente el sector donde se realizó la fogata.
3. Esta actividad se hizo en horas de la tarde a horas 14:00 a 15:30 dejándose hasta el día siguiente, en horas de la mañana se procedió a remover montón por montón mezclando todo homogéneamente, hasta que quede apagado, para ser llenados en sacos de yute.

4. Luego se trasladaron estos sacos, que fueron vaciados en las camas hidropónicas; se lleno hasta los 0,15 m, que posteriormente fueron mojados y remojados. La desinfección del sustrato se realizó con una regadera, empleando agua hervida 30 litros/cama.

#### 4.3.3. Plantación

La plantación se hizo en sustrato mojado (húmedo), se trazaron las medidas con ayuda de un marcador jalado de los dos extremos de la cama con sus respectivas medidas, en el cual entraron 36 plantas/m<sup>2</sup>, se marcaron hileras de 0,15 m entre plantas 0,18 m entre trincheras. Esta densidad de plantación es utilizada en la empresa para este cultivo, dentro de cada bloque se repartieron al azar con bolillos las variedades: Domingo, Atlético, Báltico, Cano, Solar y Nogalte. La identificación de cada unidad experimental fue con letreros visibles, identificando el bloque y variedad como se observa en la Figura 7.



**Figura 7. Vista del cultivo en bloques y de camas hidropónicas con pasillos cubiertos con plástico.**

**4.4. Manejo de cultivo**

**4.4.1. Registro de temperatura**

Se tomaron lecturas diariamente de la temperatura máxima y mínima durante la mañana, el termómetro del invernadero se colocó en la parte central a 2 m por encima del nivel del piso, en los meses de elevadas temperaturas se colocó una malla semisombra de 50 % a 2 m sobre el cultivo.

**4.4.2. Riego**

En la primera etapa del cultivo que consistió en el prendimiento de esquejes durante 2 semanas, la frecuencia de riego fue de 8 veces al día con pulverizador, dependiendo de la temperatura del día, evitándose el secado del sustrato.

El sistema de riego por goteo consistió en tres líneas de goteo por cama, con los goteros espaciados cada 0,30 m, el tiempo de riego fue de acuerdo a la época, el caudal de salida por las boquillas fue de 1,2 L/hr.

Una de las labores que se realizó es el mojado del sustrato (cascarilla de arroz quemada) por la baja humedad en la época de verano este calentaba a medio día y se lo mojaba con el fin de refrescar a las plantas. Con el uso de ácido fosfórico 30 cc/30 litros de agua se lavaron las mangueras de goteo con el fin de reducir la formación de precipitados y tapado de boquillas.

#### **4.4.3. Fertilización**

Cuando los esquejes se encontraban aun pequeños, se aplicó la fertilización de mantenimiento durante 8 semanas en base a nitratos, sulfato de magnesio y microelementos, para la formación de tejido de hojas.

Posteriormente el cultivo se encontró en la formación de tallos y hojas, la solución nutritiva va de acuerdo a la etapa de crecimiento. Durante este tiempo la fertilización se realizó en dos grupos de acuerdo a la compatibilidad de los fertilizantes, intercalando los mismos en cada semana. Para la etapa productiva el crecimiento de la hoja es mínimo y los nutrientes se movilizan hacia los órganos reproductivos, el cultivo presenta formación de botones florales.

#### **4.4.4. Manejo de cortinas**

En los meses de frío se habría en horas de la mañana 10:00 y se cerraba por la tarde a horas 16:00. Las medidas que se tomaron para contrarrestar el invierno fue el de realizar humareda al interior del invernadero con el techo sellado y cortinas cerradas a partir de horas 5 am hasta 8 de la mañana. Pasado el invierno se dejaron las cortinas aseguradas ya que no hacia falta abrirlas y cerrarlas.

#### **4.4.5. Medición de pH y CE**

En la primera etapa se evaluó el pH y la conductividad eléctrica, se tomaron muestras en dos volúmenes de preparación, tanto de la solución A como de la solución B a diferentes concentraciones, de una solución nutritiva concentrada en 40 L y una tercera se recogió muestras de solución de las mangueras de goteo. La medición del pH y CE se realizo en el Laboratorio de Suelos y Aguas de la UMSS de Cochabamba.

## **4.5. Labores culturales**

### **4.5.1. Despunte**

Alrededor de un mes después de la plantación, se realizó el despunte esta técnica consistió en eliminar la punta de la planta sobre el quinto nudo, para estimular el crecimiento de brotes que saldrán de las yemas ubicadas en las axilas de los cinco pares de hojas que quedaron y que posteriormente desarrollaron. Las variedades Solar y Nogalte no fueron despuntados completamente ya que estos tardaron en desarrollar por el tamaño que tuvieron los esquejes (6 – 8 cm) prolongándose por dos semanas hasta igualarlos en el despunte.

### **4.5.2. Tutoraje**

Para obtener un tallo de clavel de buena calidad, se toma en cuenta que el tutoraje es una de las labores importantes ya que de esta depende que los tallos sean rectos y erguidos.

El tutoraje se realizó al tercer mes, cuando las plantas se encontraban desarrolladas, se pusieron a ambos lados de la cama 2 pares de palos de 1,50 m de alto de los cuales se tendieron alambres No 18 en seis líneas de extremo a extremo tendidas a lo largo de la cama se pusieron tres escalerillas con maderas delgadas perforadas con seis huecos por los cuales pasaron los alambres. Luego se tesaron con hilo de algodón N° 22 se fue formando casillas que se tejieron en los alambres extendidos, cada planta se encontraba dentro de un cuadro, como se observa en la Figura 8.



**Figura 8. Detalle de tejido de malla con hilo de algodón.**

Se armó cuatro mallas de tutoraje que consistió en colocar el primer piso a 15 cm del nivel del sustrato, el segundo a 18 cm de la segunda malla, el tercer piso a 20 cm y la cuarta malla a 22 cm, dependiendo del crecimiento de los tallos con el fin de mantener los tallos rectos y evitar de que estos se inclinen.

#### **4.5.3. Deshije**

Consistió en cortar todos aquellos esquejes (esquejes pequeños y delgados) que salieron de cada par de hojas insertados en los nudos inferiores a lo largo del tallo de arriba hacia abajo, hasta el sexto o séptimo nudo, cuando el cultivo aun se encontraba en la etapa vegetativa.

#### **4.5.4. Control de malezas en pasillos y camas**

Se efectuó el desmalezado y limpieza en pasillos y camas, también alrededor del invernadero, periódicamente dependiendo de la época al mes o cada dos meses, entre la más importante el pasto quikuyo que abunda en el lugar, esto con el fin de evitar la presencia de roedores que pudieran afectar el desarrollo de los esquejes tiernos.

#### **4.5.5. Encanastado**

El encanastado consistió en mantener los tallos dentro de cada cuadrado de la malla de tejido, a medida que fueron creciendo los tallos estos van saliendo de las mallas entonces con el encanastado o peinado se los va guiando evitando la rotura de los mismos.

La tarea de encanastar se lo realizo continuamente, para no dejar que desarrollen tallos fuera de las mallas tutoras, los que son difíciles de encanastar cuando ya tienen grosor comercial.

#### **4.5.6. Desbotonado**

Una de las características del tallo de clavel es la presencia de botones florales en el tallo a medida que el tallo va creciendo, es una labor importante ya que se crea competencia de nutrientes entre los brotes y el tallo principal, son quitados agarrando a un costado evitando la rotura del tallo y rasgado de las hojas. Esta operación es constante durante todo el ciclo de producción.

#### **4.5.7. Cosecha**

Por las mañanas los tallos y flores se encuentran más hidratados, la recolección se realizó a primeras horas de la mañana ya que las temperaturas son bajas considerando también que el estado de hidratación es más elevado. La cosecha consistió en cortar los tallos florales por encima del tercer nudo con tijera de podar (desinfectada), se tuvo cuidado al jalar la flor hacia arriba para no quebrar el tallo.

El momento del corte se estimo cuando el botón floral se encontraba en punto de copa (cuando la primera fila de pétalos se empieza a separar hacia fuera). Las flores fueron trasladadas en lonas de yute, teniendo cuidado de no quebrarlos se los

acomodo en un extremo los botones y en el otro los pies de los tallos, para su posterior clasificación.

#### **4.5.8. Postcosecha**

Una vez que los tallos son cosechados se recoge en lonas para evitar los daños, se lleva a la sala de clasificación, se coloca en contenedores limpios con agua fría y limpia como se observa en la Figura 9.



**Figura 9. Lonas con clavel puestas en agua en la sala de poscosecha.**

Posteriormente se llevaron a las mesas de selección donde se clasificaron de acuerdo a las categorías realizadas en el Cuadro 2 (p.10). Una vez seleccionadas se hicieron ramos de 25 tallos acomodadas en 2 niveles de cabezas, un nivel de 15 y otro nivel de 10 tallos, una vez igualados en la guillotina, se sujetaron a 10 cm por debajo de las cabezas por una liga de gaucho; luego se amarraron a 15 cm de la base de los tallos (Figura 10).



**Figura 10. Tallos de clavel sobre la mesa de clasificación y deshojado de la base del ramo.**

#### **4.5.9. Embalaje de claveles**

Los claveles son enviados por lo general en cajas de cartón corrugado con un contenido de 12 a 15 kg aproximadamente (500 claveles) o de 20 a 25 kg (800 claveles) envueltos en una lámina de polietileno. Entre la caja y los ramos se colocan algunos pliegos de papel absorbente como papel sábana.

#### **4.6. Diseño experimental**

En el presente ensayo se empleó el diseño Bloques al azar, estudiándose 6 tratamientos (variedades de clavel) con 6 repeticiones cada uno.

#### **4.7. Tratamiento en estudio**

Los tratamientos que se emplearon en el ensayo fueron:

$V_1$  = Domingo

$V_2$  = Atlético

V <sub>3</sub>	=	Báltico
V <sub>4</sub>	=	Cano
V <sub>5</sub>	=	Solar
V <sub>6</sub>	=	Nogalte

#### 4.8. Características del área experimental

La empresa donde se realizó el ensayo se dedica a la exportación de flores principalmente rosas y claveles. Para el ensayo se ocupó una parte del invernadero denominado Bloque 0 el cual era destinado para la propagación de plantas (Anexo 2).

El detalle de las mediciones al interior del invernadero sigue con la siguiente descripción:

#### Cuadro 8. Dimensiones del ensayo.

Superficie total del ensayo	300,6 m <sup>2</sup>
Número de bloques	6
Número de camas principales	12
Largo de cama	15,50 m
Ancho de cama	1,00 m
Área de bancos	15,50 m <sup>2</sup>
Ancho de pasillo	0,40 m
Ancho de pasillo bordes	0,50 m
Distancia entre planta	0,15 m
Número de plantas/m <sup>2</sup>	36
Superficie neta de bloque	186,0 m <sup>2</sup>
Porcentaje útil de bloque	61.2 %
Porcentaje entre calles y pasillos	38.8 %

## **4.9. Variables de respuesta**

### **4.9.1. Primera Etapa de evaluación**

#### **4.9.1.1. Crecimiento de tallo (cm)**

Se registro los datos de esta variable a partir de la semana 11 de vida del cultivo, cuando los brotes presentaron uniformidad entre variedades, principalmente las que se encontraban por encima de los 10 cm de largo. La evaluación se realizó cada semana durante el periodo vegetativo, hasta el inicio del primer pico de floración. Se marbetearon 20 plantas elegidas al azar por unidad experimental, eligiendo a su vez 2 brotes por cada planta.

#### **4.9.1.2. Área foliar (cm<sup>2</sup>)**

Se registro en cuatro evaluaciones cada 15 días al inicio de la etapa de producción se tomaron 5 muestras de cada unidad experimental, de la parte media del tallo de los nudos 6, 7 y 8 elegidos al azar. Las muestras se marcaron con un marcador para acetato para posteriormente realizar el conteo plasmado en hojas milimétricas.

#### **4.9.1.3. Días a la floración**

De acuerdo al comportamiento de las variedades se evaluó: días a la floración, tomando un parámetro del 50 % de floración, también se tomaron datos de formación de botón floral hasta el día del corte, se marcó al inicio de formación del botón floral de las seis variedades, el cual se observaba y se registraba los días en que cambiaba de fase (punto de formación, punto arbeja, punto globo, punto formación de pétalos, punto estrella).

#### **4.9.1.4. Presencia de enfermedades y plagas**

La presencia de enfermedades y plagas se la realizo periódicamente dependiendo del estado del cultivo, al inicio en la plantación durante el prendimiento, en el desarrollo de los esquejes, al inicio de la floración, en todas las etapas de su desarrollo. Realizandose tratamientos preventivos y curativos ante la presncia de enfermedades y plagas.

#### **4.9.2. Segunda Etapa de evaluación**

Para el registro de las variables de respuesta de la segunda etapa se evaluó los tallos cosechados por variedades en la primera y segunda producción, la clasificación se la realizo en una sala apropiadamente acondicionada para el efecto, donde se tomaron los datos de las unidades experimentales de cada variedad bajo las siguientes variables de respuesta.

##### **4.9.2.1. Longitud de tallo (cm)**

Se evaluaron los tallos que fueron marcados y medidos en la primera etapa, de acuerdo a la cosecha obtenida diariamente se tomaron los datos. Con un flexómetro se midió desde la base del tallo hasta el inicio del botón floral la longitud de tallo medida en cm.

##### **4.9.2.2. Distancia de entrenudos (cm)**

Para la medición de esta variable, se midió el entrenudo de la parte central siendo el más representativo, las medidas se tomaron en cm.

##### **4.9.2.3. Diámetro de tallo (mm)**

En el diámetro de tallo se midió la parte central de la longitud de tallo, utilizando un calibrador los datos se tomaron en milímetros.

#### **4.9.2.4. Largo de botón floral (cm)**

Con una regla en centímetros, se tomaron datos del largo de botón floral desde el pedúnculo hasta el borde de los pétalos.

#### **4.9.2.5. Diámetro de botón floral (cm)**

Considerando un promedio de 10 tallos evaluados diariamente de seis variedades, se midió en centímetros con el calibrador en la parte central del botón floral.

#### **4.9.2.6. Rigidez de tallo**

Según López (1989) para las categorías primera y segunda, al mantener el tallo floral en sentido horizontal, sostenida por la punta la cabeza no debe formar un ángulo con la horizontal superior a 30°. Tomando este parámetro se evaluó sosteniendo el tallo con una mano en sentido horizontal sostenida por la punta, en el cual se observó el soporte del botón floral con todo el largo del tallo, de acuerdo al ángulo de inclinación, se evaluó con los siguientes parámetros:

1. Rígido	0° – 10°
2. Medianamente rígido	10° – 30°
3. No rígido	> 30°

#### **4.9.2.7. Número de tallos**

Se registro diariamente la cantidad de tallos cortados por variedad y bloques tanto en la primera y segunda producción, tomando en cuenta el número de tallos por

planta, y número de ramos por categoría, que implica a ramos ya clasificados de acuerdo al tamaño bajo la siguiente denominación: Select (70 cm), Fancy (60 cm), Estándar ( 50 cm) y Schort (40 cm).

#### **4.9.2.8. Duración en florero**

Para la evaluación de la duración en florero se siguió el siguiente procedimiento:

1. Se realizó un pequeño ensayo de los tallos florales, tomando tallos que fueron cultivados en suelo y los del cultivo hidropónico de las seis variedades. Una vez clasificados los tallos, se tomaron al azar 10 tallos de la categoría Fancy, tanto del cultivo hidropónico como del tradicional, para lo cual de los 10 tallos se repartieron a cinco tallos, designándose 5 tallos con tratamiento y 5 tallos sin tratamiento los cuales se pusieron con sus respectivas marcas.
2. Se dejó reposando en agua por 2 horas, posteriormente se dejaron escurrir en la mesa de clasificación y luego se metió por 20 minutos en la solución preparada.
3. La solución consistió en:

Solución A 1g (Nitrato de plata) en  $\frac{1}{2}$  L de agua

Solución B 100 g (tiosulfato de sodio) en  $\frac{1}{2}$  L de agua

Ambas soluciones se deben realizar por separado en dos frascos, posteriormente se enfriaron por 30 minutos, luego mezclaron esta preparación es para 50 L de agua. Por lo tanto se preparó para 20 L.

4. Se puso en una caja los tallos dejándolos en la cámara fría, a horas 14:00 se almaceno durante un día. Al día siguiente a horas 14:00 se saco la caja a medio ambiente, por el lapso de 19 horas (el cual significo el simulacro de viaje) para posteriormente poner en floreros con agua, repartiéndose en distintos floreros con tratamiento y sin tratamiento, se observo y evaluó los días de duración de las flores.

#### **4.10. Análisis estadístico**

Para el analisis de datos de las variables de respuesta se empleó el programa SAS (Statistical Análisis System ) versión 8.0 y el programa SPSS (Statistical Package for Social Sciencies) version 11.5.

##### **4.10.1. Análisis de varianza**

Se evaluó el análisis de varianza para un diseño de Bloques al azar, considerando el modelo lineal propuesto por Miller (1992). El modelo lineal se describe como sigue:

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + \alpha_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

- $Y_{ij}$  = Una observación cualquiera
- $\mu$  = Media general del experimento
- $\beta_j$  = Efecto del j – ésimo bloque
- $\alpha_i$  = Efecto de la i – ésima variedad de clavel
- $\epsilon_{ij}$  = Error experimental

##### **4.10.2. Prueba de medias**

Para el análisis de las medias de los tratamientos se utilizó la prueba de rango múltiple de Duncan a un nivel de confianza del 5 % ( Steel y Torrie 1992 y Reyes

1999). Por ser una prueba donde no es necesario que en el análisis de varianza se tenga significancia.

Para la comparación de datos del cultivo hidropónico con los datos del cultivo tradicional de las variables del tallo floral se empleo la prueba de "t".

#### **4.10.3. Distribución de frecuencias**

Para las variables de respuesta cualitativas (categóricas) se empleo la distribución de frecuencias y tablas de contingencia, realizándose el análisis en función de cada variedad y cosecha.

#### **4.11. Análisis económico**

El análisis económico, se realizó en base al análisis de relación beneficio costo (B/C) de la producción en las unidades experimentales por variedad de estudio el rendimiento, se ajusto para eliminar la sobre estimación del ensayo.

En base a los tratamientos propuestos se determino mediante las siguientes ecuaciones matemáticas (Yupanqui 2004):

- Beneficio Neto:

$$BN = IP - CP$$

Donde:

BN = Beneficio Neto

IP = Ingresos de producción

CP = Costos de producción

- Relación Beneficio/Costo:

$$B / C = \frac{BN}{CP}$$

Donde:

B/C = Relación Beneficio Costo

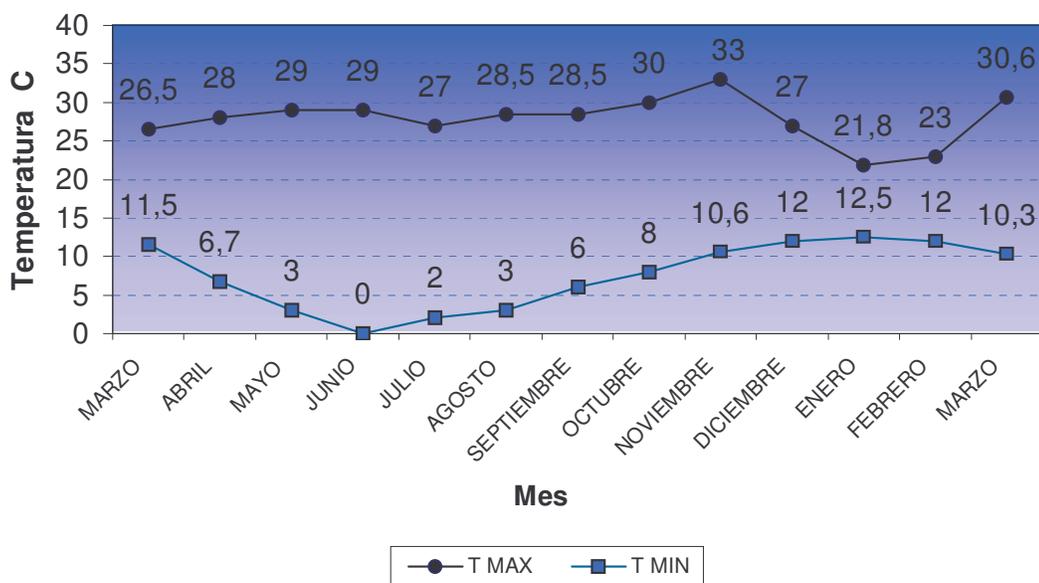
BN = Beneficio Neto

CP = Costos de producción

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Aspectos climáticos

La temperatura mínima registrada durante el mes de junio fue de 0 °C, también se registro temperaturas por debajo de - 4 °C bajo cero, situación que provoco el congelamiento de los tallos de clavel. La máxima temperatura se presentó en el mes de noviembre con 33 °C como se observa en la Figura 11.



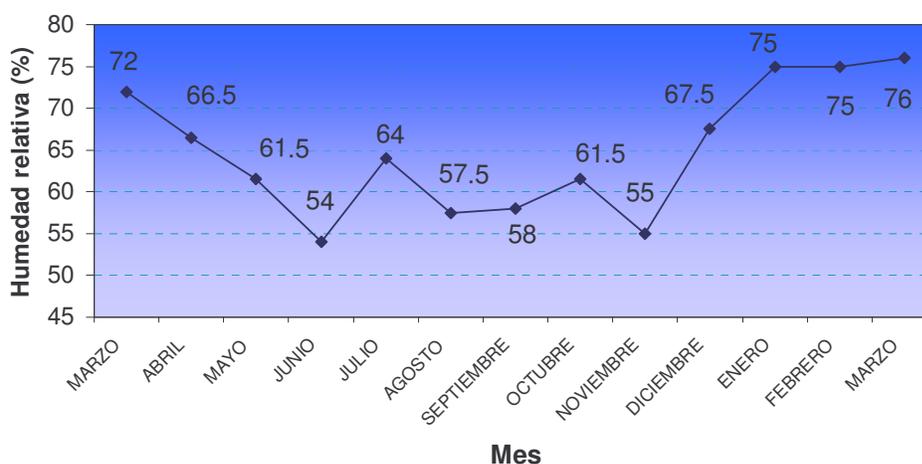
**Figura 11. Temperaturas máximas y mínimas registradas durante el ensayo gestión 2003 – 2004.**

López (1989) afirma que el requerimiento climático del cultivo de clavel es de menores temperaturas; es capaz de resistir heladas moderadas sin ningún tipo de daños, los problemas comunes son más por excesos de temperatura que por falta de ellas. Al respecto Infoagro (2003) señala que el clavel soporta hasta - 4 °C sin que ocurra daños fisiológicos en la planta, la temperatura óptima del clavel es de 18 a 21 °C, debiéndose evitar temperaturas superiores a 36 °C.

Albertos citado por Arancibia (1999) indica que la temperatura es un factor limitante tanto por exceso como por defecto, y que las temperaturas máximas que resiste es de 38 a 40 °C y por debajo de 0 °C existe rotura de tallos; asimismo, los saltos bruscos de temperatura favorece a la rotura de los cálices.

De acuerdo a lo citado las bajas temperaturas ocasionan efectos en el cultivo de clavel, en este caso provocó baja actividad metabólica en la planta y retraso en la floración, también ocasionó torcedura y rajado en los entrenudos; por debajo de 0 °C produjo congelamiento de los tallos pero este pudo sobreponerse a tal descenso de temperatura; además, los cambios bruscos de temperatura y superiores a los 28 °C estimulan la elongación del tallo y pérdida de rigidez.

Los datos registrados de humedad relativa se presentan en la Figura 12, los valores máximos se registraron en el mes de marzo con 76 %, la mínima en junio con 54 % y la media registrada fue de 64.88 %. Al respecto Hernández citado por Arancibia (1999) asevera que la humedad relativa que oscila entre 60 y 80 % es favorable para el cultivo de clavel, que beneficia el desarrollo de la planta y regula la apertura de los estomas.



**Figura 12. Humedad relativa registrada durante la gestión 2003-2004.**

Entre los meses de octubre a noviembre se registraron niveles bajos de humedad relativa, se presentó un ambiente seco y alto en temperatura lo que

favoreció la incidencia de arañuela roja. Tal como lo afirma Herrero citado por Arancibia (1999) menciona que la humedad relativa juega un papel importante en la producción de claveles, si la humedad relativa es baja existe la presencia y ataque de áfidos.

## **5.2. Observaciones realizadas**

En el transcurso del ensayo fue necesario evaluar otros aspectos que se presentaron y observaron en el cultivo.

### **5.2.1. Rajado de tallos**

Entre los meses de agosto y septiembre en la primera producción, se observó rajaduras en los nudos de la parte media del tallo; en el punto de inserción del nudo con la hoja produciéndose un rajado longitudinal y deformación del mismo.



**Figura 13. Rajado longitudinal a nivel del nudo con deformación del tallo floral.**

La deformación del tallo fue más evidente en la variedad Atlético, los tallos quedaban torcidos y con nudos reventados del quinto al séptimo nudo. En las variedades: Domingo, Báltico y Nogalte el rajado fue en forma longitudinal afectando la base de las hojas a nivel del nudo en la parte media del tallo, tal como se observa en la Figura 13.

El análisis foliar del cultivo se realizó al inicio del periodo de floración, cuando manifestó rajado de entrenudos y fragilidad en los tallos, las muestras se tomaron de la parte media de la planta. Los resultados permitieron indicar que el nivel de potasio se encontraba elevado y el nivel de calcio bajo, con estos resultados se tuvo pautas para determinar que el rajado de entrenudos, acompañado de las condiciones ambientales produjo el rajado de los tallos florales en el cultivo de clavel por el exceso de potasio y deficiencia de calcio.

El resultado en la variedad Atlético pudo deberse al tener menor área foliar y reacción al medio, así como la asimilación de elementos como el calcio y potasio no fue efectiva como en las demás variedades. Al respecto Calderón (2001) sobre el rajado de los tallos concluye que existe un desbalance consistente en un exceso de potasio y una deficiencia de calcio, todo lo cual causado por un exceso de absorción de nitratos, serían la causa directa de la rajazón de los mismos.

### **5.2.2. Valores de pH y conductividad eléctrica**

Los valores de pH registrados de la solución A y B (concentrados en 40 litros), se mantuvieron en un rango de 5,8 a 6,8; las muestras tomadas del agua de goteo se mantuvieron en 6,0 a 6,3. Los valores de pH se hallan dentro de los parámetros descritos por Calderón (2001), lo demuestra en un ensayo realizado en cultivo hidropónico, señalando que un pH apto para el cultivo es de 5,5 a 7,5.

Sobre los valores de pH, Perez (1994) y Llanos (2001) señalan que las plantas pueden absorber los elementos en un rango óptimo de pH comprendido entre 5 y 7. Los valores altos harán menos disponibles a algunos nutrientes y valores de pH menores pueden ocasionar la insolubilización de algunos nutrientes.

Al respecto Ramirez et. al. (1983) indica estar demostrado que el rango más adecuado de pH de la solución nutritiva, para la acumulación de nutrimentos en el follaje y la formación de materia seca, está comprendido entre 4,5 y 6,5 para el caso

del N, P y K, en cambio, para el Ca y Mg este rango es más amplio y está entre 4,5 y 7,5.

Al igual que el pH la conductividad eléctrica se encuentra en los rangos de 1,91 a 2,15 (mmhos) de la solución A y B, y los valores del agua de goteo fueron 1,63 a 1,75 (mmhos) al respecto no se tuvo problemas de concentración de sales en el sustrato ya que el riego que se realizó en las camas del cultivo permitió el lavado del mismo lo que evito la concentración de sales.

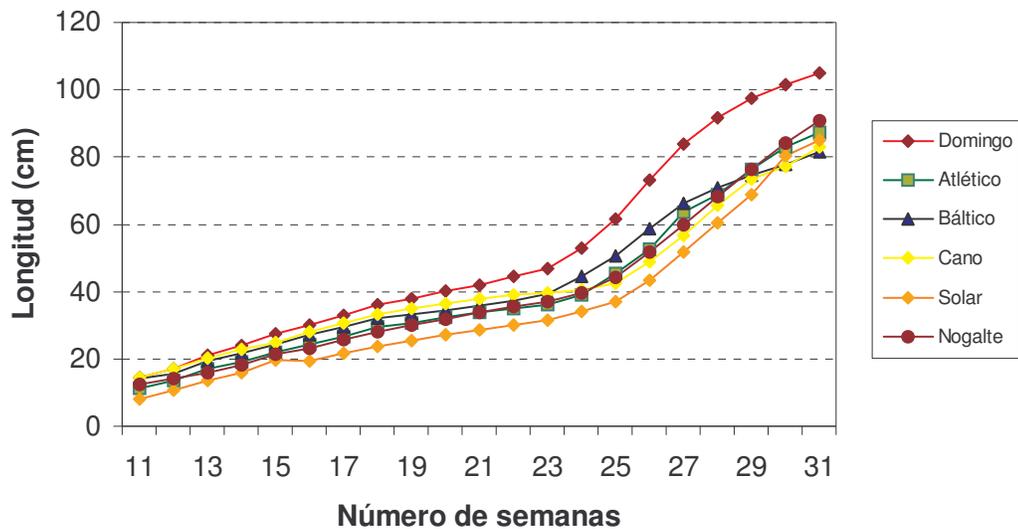
Al respecto Calderón (2001) e Infoagro (2003) señalan que la concentración total de iones se puede controlar mediante mediciones de la conductividad eléctrica, si la conductividad aumenta, la solución nutritiva deberá hacerse más diluida, pero la composición se debe mantener igual. La conductividad eléctrica no cambia tan rápidamente, el objetivo es mantener lo más cercano a la condición ideal de cultivo, considerando valores de 1 – 2 mmhos.

### **5.3. Primera etapa de evaluación**

#### **5.3.1. Crecimiento de tallo**

Como se observa en la Figura 14, se presenta las curvas de crecimiento de las seis variedades, que se elaboro con las medias de longitud de planta, el seguimiento se realizó a partir de la semana 11 en el período vegetativo hasta la semana 31 al inicio del período productivo.

Los resultados gráficamente indican, que la variedad Domingo mantuvo un crecimiento superior a las demás variedades, seguido de las variedades Nogalte y Atlético y como variedades intermedias se tiene Solar y Cano; la variedad que se encuentra por debajo de las demás variedades fue Báltico.



**Figura 14. Crecimiento registrado por semanas de seis variedades de clavel.**

Las variedades siguieron un crecimiento normal hasta la semana 18, se observa un crecimiento lento hasta la semana 23, luego el crecimiento es rápido hasta llegar al inicio de floración, lo cual coincide con la fluctuación de temperaturas que se tuvo de la estación.

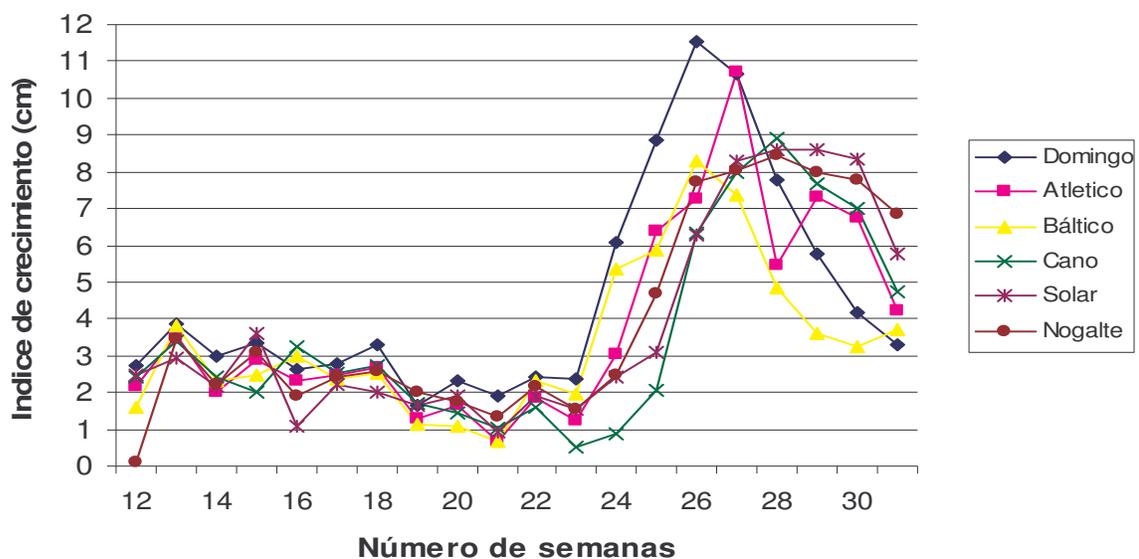
Tisdale (1991) menciona que las curvas de crecimiento son útiles para una comprensión generalizada del proceso de desarrollo de las plantas, sin embargo, no indican nada sobre los factores que afectan el crecimiento.

Sin embargo Azcon (1993) y Perez (1994) mencionan que el crecimiento está estrechamente relacionado con la nutrición de la planta. Todo lo que suponga una mejora en su nutrición se traducirá en mayor crecimiento. Las condiciones ambientales no solo modulan la transición del meristemo vegetativo al reproductivo en la mayor parte de las especies herbáceas, sino que aceleran o retrasan todas las fases de desarrollo vegetativo.

En la Figura 15 se presenta los valores medios del índice de crecimiento, donde se identifica tres periodos, el primer período comprende de la semana 11

hasta la 17, donde la variedad Domingo se encuentra con un promedio de 3,06 cm superior a las demás variedades, la variedad Nogalte con 2,19 cm de menor promedio, durante este lapso de semanas se tuvo un crecimiento en ascenso normal.

El segundo periodo comprende la semana 18 a la semana 22, donde se registró un índice de crecimiento menor, que coincidió con la época de invierno (junio y parte de agosto) en esta fase se manifiesta el efecto del descenso de temperatura, que ocasiono baja actividad metabólica en la planta, la variedad Domingo obtuvo una media de 2,31 cm superior a las demás variedades, para las variedades intermedias como: Nogalte, Cano, Solar y Atlético se registro 1,96, 1,69, 1,67 y 1,63 cm respectivamente. La variedad con menor promedio fue Báltico con 1,54 cm.



**Figura 15. Índice de crecimiento en seis variedades de clavel.**

Al respecto Strasburger *et al.* (1970) y Azzcon (1993) coinciden en afirmar que las temperaturas bajas desempeñan un papel inhibitor o activador dependiendo de la especie de que se trate, al existir temperaturas por debajo de 0 oC el crecimiento cesa.

El tercer periodo comprendió de la semana 23 hasta la 31, periodo en que se registra la elevación de temperatura, que se produjo entre los meses de septiembre a noviembre, en este periodo el índice de crecimiento se elevó en comparación al anterior. La media más alta se presentó en las variedades: Domingo y Nogalte con 6,72 y 6,16 cm respectivamente. Identificándose a la variedad Báltico con 4,90 cm obtuvo un valor menor a las demás variedades.

De acuerdo a los resultados se comprueba que la temperatura ambiental produjo efectos en el crecimiento y comportamiento de las variedades. Al respecto Bidwel (1993) y Strasburger *et al.* (1970) afirman que un aumento de temperatura determina muchas veces la elevación de la velocidad de crecimiento, ya que muchos estímulos ambientales como la temperatura afectan al desarrollo de la planta.

Por otra parte Calderón (2001) señala que la temperatura de los invernaderos, sobretodo la nocturna, es muy baja y elevada durante el día, afecta el alargamiento normal de los tallos. Si las variedades tienen tendencia a las excesivas elongaciones la recomendación a este respecto es mantener los ambientes más fríos y con mayor ventilación en los invernaderos durante el día.

### **5.3.2. Área Foliar**

Se registro el área foliar se la realizo en cuatro evaluaciones, presentándose los resultados del los cuadrados medios en el Cuadro 9, según el mismo, se aprecian diferencias altamente significativas entre variedades en las cuatro evaluaciones, obteniéndose como media en las cuatro evaluaciones valores de: 25,73, 27,33, 28,00 y 28,52 cm<sup>2</sup> respectivamente y el coeficiente de variación se mantiene por debajo del 3 % (2,61, 2,44, 2,00 y 2,11 %) valores que demuestran la confiabilidad de los datos obtenidos.

**Cuadro 9. Cuadrados medios del análisis de varianza de la variable área foliar (cm<sup>2</sup>) de cuatro evaluaciones.**

FV	GL	1ra. Evaluación	2da. Evaluación	3ra. Evaluación	4ta. Evaluación
Bloque	5	0.41 ns	0.53 ns	0.92 ns	0.88 ns
Variedad	5	136.33 **	130.41 **	132.3 **	123.10 **
Error	25	0.45	0.44	0.31	0.36
Total	35				
Media		25.73	27.33	28	28.52
CV.		2.61%	2.44%	2.00%	2.11%

\* Significativo al nivel de 5%

\*\* Altamente significativo al nivel de 1%

ns No significativo

Sobre la evaluación del área foliar, Marino (1988) indica que los cambios en área; generalmente se determinan muestreando materia vegetal con intervalos de tiempo adecuados. Las variedades se expresan de acuerdo al carácter genético, frente al estímulo ambiental y su adaptabilidad en un sistema de cultivo.

En el Cuadro 10, se presenta los resultados de la prueba de Duncan al 5 % de significancia, el cual indica que el valor obtenido para las seis variedades son estadísticamente diferentes, ya que cada variedad presenta un área foliar distinta de otra. En la primera evaluación se tiene a la variedad Domingo con mayor área en referencia a las demás variedades con un valor de 32,40 cm<sup>2</sup>, la variedad con menor valor fue Atlético con 20,27 cm<sup>2</sup>.

En la segunda evaluación, se tiene a la variedad Domingo con mayor área de 32,84 cm<sup>2</sup>, existe diferencia estadística entre las demás variedades, donde se observa un incremento en la variedad Cano de 29,15 a 31,84 cm<sup>2</sup> y la variedad Atlético presenta 22,37 cm<sup>2</sup> siendo este el menor en relación a las otras variedades.

En la tercera evaluación se obtuvo que la variedad Domingo presenta una media mayor en área foliar de 33,68 cm<sup>2</sup> que las demás variedades, en este caso las variedades con menor área foliar fueron: Atlético y Solar de 23,38 y 23,58 cm<sup>2</sup> respectivamente.

**Cuadro 10. Prueba de Duncan de cuatro evaluaciones del área foliar (cm<sup>2</sup>) en seis variedades de clavel.**

TRATAMIENTO	1ra. Evaluación	2da. Evaluación	3ra. Evaluación	4ta. Evaluación
Domingo	32,40 A	32,84 A	33,68 A	33,97 A
Cano	29,15 B	31,84 B	32,22 B	32,49 B
Báltico	27,81 C	29,70 C	30,53 C	31,25 C
Solar	22,96 D	23,28 D	23,58 E	24,09 E
Nogalte	21,79 E	23,95 D	24,41 D	25,21 D
Atlético	20,27 F	22,37 E	23,38 E	24,15 E

Las diferencias del área foliar entre variedades esta influenciada por las características genéticas que presenta cada variedad, así como el espacio entre plantas, la temperatura, humedad relativa o adaptaciones que sufre la planta para captar de mejor forma la luz cuando el cultivo crece y los tallos de la plantas producen sombra sobre los nudos inferiores de la parte basal de la planta.

Consecutivamente en la cuarta evaluación, la variedad Domingo se mantuvo con mayor área de 33,97 cm<sup>2</sup>, las variedades con una media menor fueron Solar y Atlético con 24,09 y 24,15 cm<sup>2</sup> respectivamente, las demás variedades presentaron valores intermedios. De acuerdo al análisis estadístico la variedad Domingo se encuentra con mayor área foliar, manteniéndose las demás variedades en el mismo orden en las cuatro evaluaciones, a excepción de las variedades Atlético y Solar que presentan valores menores.

Las hojas en una planta son muy importantes debido al rol que cumplen como el proceso de fotosíntesis y respiración. El tamaño de las hojas puede influir en el crecimiento de la planta, por otra parte un tallo con follaje abundante sin daños es mejor utilizado y de alguna manera afecta en la duración del tallo floral.

Marino (1988) menciona que los procesos fisiológicos tales como la germinación, fotosíntesis, respiración y crecimiento de la hoja responden a la temperatura, así como la condición hídrica de la planta influye severamente en el

crecimiento de la misma y en la productividad de biomasa, en particular a través de sus efectos en la expansión de la hoja y raíz.

### 5.3.3. Días a la primera floración

De acuerdo a la evaluación que se efectuó en el periodo transcurrido en días a la primera floración desde la plantación de los esquejes de clavel, la media obtenida de los seis tratamientos fue de 207 días. El análisis de los datos se presenta en el Cuadro 11.

**Cuadro 11. Análisis de varianza para la variable días a la primera floración.**

FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	5	695,55	139,11	5,36	0,0018 ns
Variedad	5	3612,22	722,44	27,84	0,0001 **
Error	25	648,78	25,95		
Total	35	4956,55			
CV.	2,46				
Media	206,61				

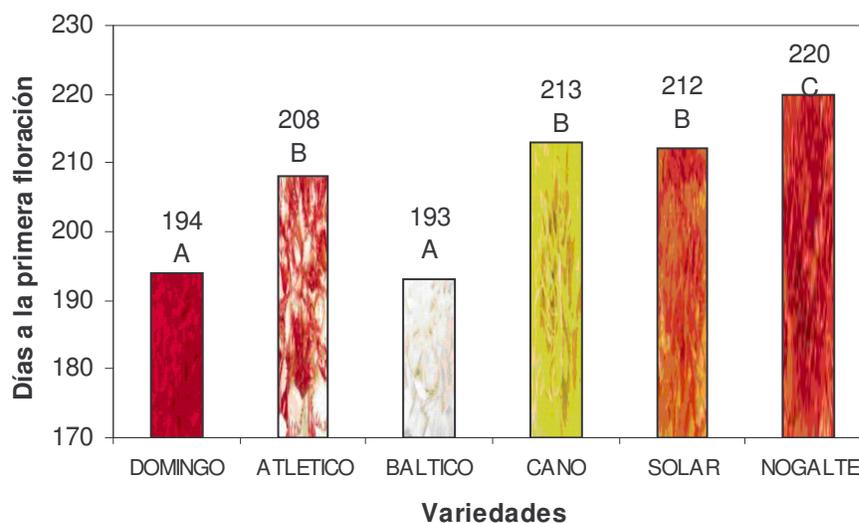
\* Significativo al nivel de 5%

\*\* Altamente significativo al nivel de 1%

ns No significativo

El análisis de varianza del Cuadro 11, demuestra que existe diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia del 1 %; el coeficiente de variación es de 2,46 % valor que indica la confiabilidad de los datos.

De acuerdo a la Figura 16, la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 % presenta los resultados de la variable días a la primera floración; las variedades que registraron menores días fueron: Domingo y Báltico con 194 y 193 días, el resto de las variedades: Atlético, Solar y Cano florecieron en 208 días y la variedad Nogalte presenta un número mayor de días a la primera floración en relación a las demás variedades con 220 días luego de la plantación.



**Figura 16. Prueba de Duncan para días a la primera floración en seis variedades de clavel.**

De acuerdo a los datos en días a la primera floración, el periodo tuvo una prolongación cerca de 4 semanas con referencia al periodo normal de floración del cultivo de clavel. También se atribuye a que otro de los factores influyentes es la época, porque el cultivo fue establecido con el periodo invernal, se acercaban condiciones poco favorables para que las plantas entraran en producción.

Al respecto López (1989) e Infoagro (2003) aseveran que la época de establecimiento del cultivo depende principalmente de las condiciones en las que se realice y el momento en que se desee sacar la flor al mercado. El periodo normal dura entre 110 y 150 días dependiendo de la época y puede haber muchas diferencias entre una localidad y otra.

De los registros proporcionados por la empresa del cultivo en suelo de las variedades en estudio, para la primera floración se tuvo: Báltico 160 días, Nogalte con 161 días, Atlético 175, Solar 170, Domingo y Cano con 189 días, para esta producción la plantación se realizó en el mes de septiembre de la gestión 2002

posteriormente la cosecha se produjo entre los meses de febrero y marzo de la gestión 2003, la primera floración se produjo entre 5 y 6 meses.

En los datos obtenidos del cultivo hidropónico la variedad Domingo floreció en menores días pero la variedad Nogalte tuvo el periodo más largo que las demás variedades, al contrario de lo que se obtuvo en el cultivo en suelo la variedad Nogalte floreció en menores días, en este caso la respuesta del carácter genético de la variedad responde de manera diferente frente al medio y condiciones en que se cultive.

En el caso de la variedad Báltico comparando con el dato del cultivo en suelo y lo que se obtuvo en hidropónico el comportamiento fue similar; en ambos casos floreció en menores días que las demás variedades. En las variedades Atlético, Solar y Cano se tuvo un comportamiento similar en ambos sistemas de cultivo.

Al respecto Arancibia (1999) realizó un ensayo con variedades de clavel en diferentes sustratos, en el cual los resultados que obtuvo dieron como media de 178 días a la floración.

Por otra parte Protomastro citado por Valero (2004) indica que cuando se presentan bajas temperaturas durante el desarrollo del cultivo, la planta necesitara más días para completar sus fases o ciclos.

#### **5.3.4. Días a la segunda floración**

El periodo transcurrido en la segunda floración fue de 136 días resultado de la media de los seis tratamientos, en el siguiente cuadro se presenta el análisis de varianza.

**Cuadro 12. Análisis de varianza para la variable días a la segunda floración.**

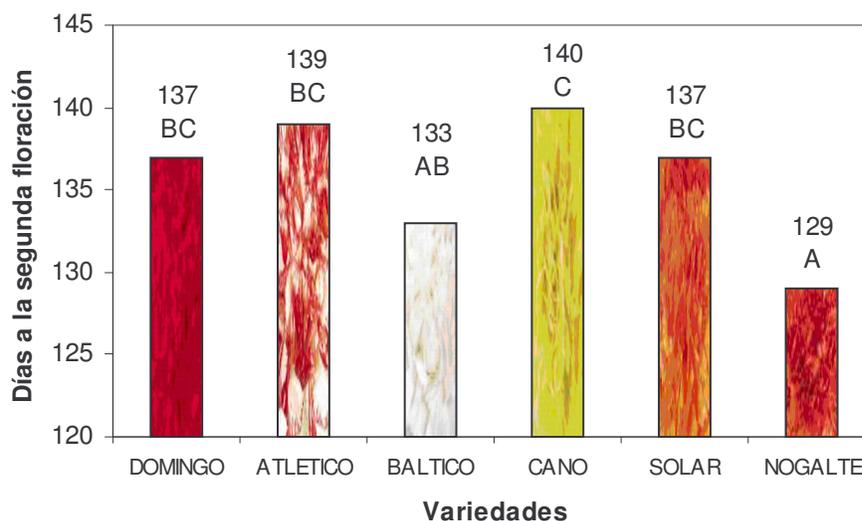
FV	GL	SC	CM	Fc	Pr > F
Bloque	5	401,14	80,23	3,85	0,0101 ns
Variedad	5	518,48	103,69	4,97	0,0027 **
Error	25	521,36	20,85		
Total	35	1440,97			
CV.	4,85 %				
Media	136				

\* Significativo al nivel de 5%

\*\* Altamente significativo al nivel de 1%

ns No significativo

Según el Cuadro 12 el análisis de varianza, demuestra que existen diferencias significativas entre tratamientos y el valor del coeficiente de variación es de 4,85 % verificando de esta forma la confiabilidad de los datos.



**Figura 17. Prueba de Duncan para días a la segunda floración de seis variedades de clavel en sistema hidropónico.**

De acuerdo a la prueba de Duncan al 5 % de significancia de la Figura 17, existe diferencia entre las variedades donde el valor de la variedad Nogalte con 129 días en la segunda floración es significativa, en relación a las variedades Solar y

Domingo que florecieron en 137 días y Atlético en 139 días no presentan diferencias estadísticas; la variedad Cano tuvo 140 días con relación a las demás variedades.

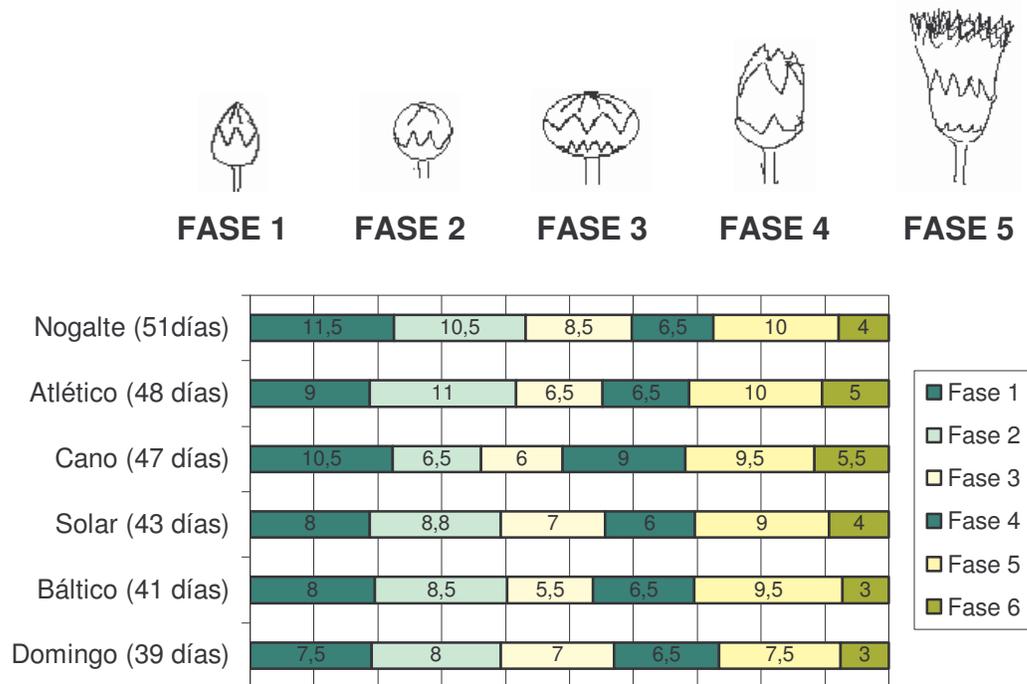
De los valores obtenidos en la primera producción (Figura 16), el comportamiento de las variedades es diferente en comparación a lo que se obtuvo en la segunda floración, en este caso la variedad Nogalte presenta 129 días siendo menor a las otras variedades, evidentemente el carácter genético, el tamaño de los esquejes y el momento del despunte pudieron ser la causa para que en la primera floración provocaran el mayor número de días para la floración de esta variedad.

Sin embargo, para la segunda floración las características de la variedad se vieron mejor expresadas y las demás variedades se mantienen en un margen de 133 y 140 días, evidentemente los valores tanto de humedad y temperatura fueron favorables para el cultivo.

Sobre el tiempo de la segunda floración López (1989) indica que la primera floración después de un solo pinzado es bastante violenta y viene agrupada en poco tiempo, la segunda floración viene de forma más extendida en el tiempo (5 a 6 meses) en una producción escalonada. Si la primera floración se produjo en septiembre la segunda floración se producirá entre enero y febrero.

### **5.3.5. Fases de formación de botón floral**

La evaluación registrada de las fases de formación de botón floral, en la siguiente Figura se presenta los datos obtenidos en cada fase de acuerdo a los cambios observados en la formación del botón floral.



**Figura 18. Duración de fases de formación de botón floral (días) en seis variedades de clavel hidropónico.**

En la Figura 18, se representa las fases que transcurren desde el inicio hasta el momento de corte del tallo floral, existiendo diferencias en cada fase y duración en días de cada variedad. Se logra determinar que las variedades: Domingo y Báltico presentan menores días en formación de botón entre 39 y 41 días respectivamente, seguido de la variedad Solar con 43 días; sin embargo, las variedades como Cano, Atlético y Nogalte la formación de botón floral duró 47, 48 y 51 días respectivamente.

De las fases de formación de botón, con la media obtenida se pudo determinar que la Fase 1 (inicio de formación de botón floral) y la Fase 5 (punto cruz) son fases que tardan más días durante la formación, en relación a las demás fases.

Las diferencias que se observan en días pueden estar determinadas por la característica de cada variedad y factores como el clima, temperatura, condición nutricional, por lo cual mostraron distintos comportamientos en los parámetros encontrados.

Azcon (1993) con respecto a la función del grado de dependencia ambiental que muestra la transición floral; pone de manifiesto la presencia de sensibilidad a los factores ambientales, poblaciones de una misma especie pueden mostrar distintos grados de sensibilidad durante la floración.

#### **5.4. Segunda etapa de evaluación**

En la evaluación de la producción de tallos florales se tomó la primera y segunda floración de las seis variedades de clavel, las variables que se midieron fue: longitud de tallo, distancia de entrenudo, diámetro de tallo, largo de botón floral, diámetro de botón floral, rigidez de tallo, número de tallos producidos, duración en florero.

##### **5.4.1. Análisis de varianza de las variables de respuesta de tallos florales de la primera y segunda producción**

En el Cuadro 13 se presentan los cuadrados medios de las variables de respuesta de la primera y segunda producción, se observa que los valores del coeficiente de variación son menores a 30 % lo cual expresa que no existe variación entre los datos, el ensayo tuvo un manejo aceptable.

**Cuadro 13. Cuadrados medios del análisis de varianza de las variables de respuesta en la primera y segunda producción.**

<b>PRIMERA PRODUCCION</b>							
FV	GL	Largo tallo	Dist. Entr.	Diám. Tallo	Largo botón	Diám. botón	Rig. Tallo
Bloque	5	14,97 ns	1,37 ns	0,03 ns	0,01 ns	0,01 ns	0,37 ns
Tratamiento	5	274,26 **	4,99 **	0,42 **	0,42 **	0,12 **	1,03 **
Error	25	13,68	0,4	0,06	0,01	0,001	0,13
Total	35						
Media		75,03	8,75	5,66	5,06	2,31	1,84
<b>CV.</b>		<b>4,92%</b>	<b>7,22%</b>	<b>4,49%</b>	<b>1,76%</b>	<b>1,88%</b>	<b>19,57%</b>
<b>SEGUNDA PRODUCCION</b>							
FV	GL	Largo tallo	Dist. Entr.	Diám. Tallo	Largo botón	Diám. botón	Rig. Tallo
Bloque	5	18,90 ns	0,43 ns	0,12 ns	0,18 ns	0,04 ns	0,02 ns
Tratamiento	5	279,90 **	8,02 **	1,39 **	0,45 ns	0,13 **	0,14 *
Error	25	4,68	0,25	0,04	0,19	0,01	0,03
Total	35						
Media		72,37	6,93	5,15	4,69	2,46	1,17
<b>CV.</b>		<b>2,98%</b>	<b>7,16%</b>	<b>3,36%</b>	<b>9,18%</b>	<b>3,09%</b>	<b>15,88%</b>

\* Significativo al nivel de 5%

\*\* Altamente significativo al nivel de 1%

ns No significativo

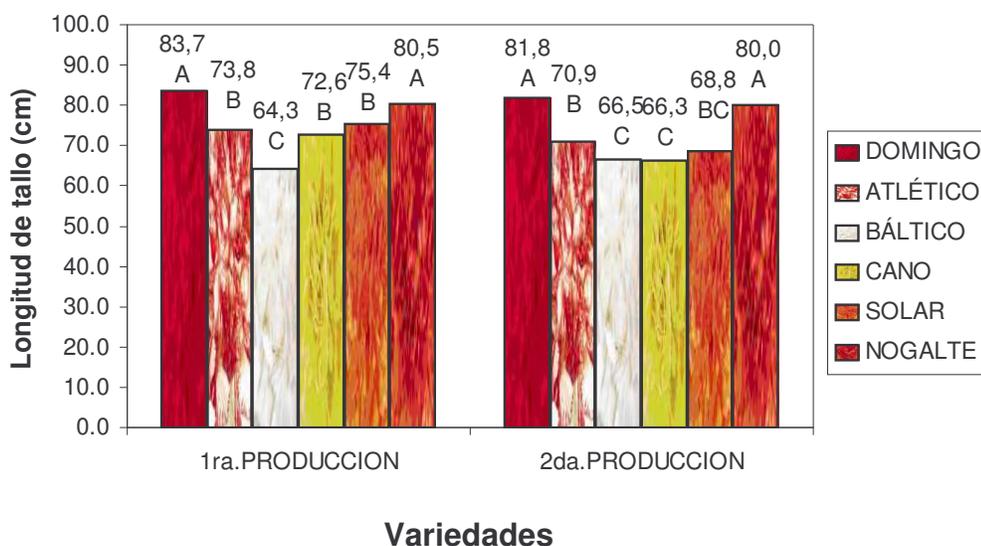
El resultado del análisis de varianza del Cuadro 13, presenta las diferencias altamente significativas entre tratamientos a un nivel de significancia del 1 %, el cual demuestra que cada variedad manifestó un comportamiento diferente en la primera y segunda producción.

De acuerdo a los valores promedios obtenidos en ambas producciones, de las diferentes variables de respuesta, en la segunda producción los valores son menores respecto a la primera producción, debido principalmente a las condiciones ambientales poco favorables y cambiantes registradas en la primera producción las cuales ocasionaron diferentes efectos en los tallos cosechados de las variedades estudiadas.

### 5.4.2. Longitud de tallo

En la Figura 19, la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 % presenta diferencias entre variedades para la variable longitud de tallo, en la primera y segunda producción. También se observa que las medias se agrupan en tres grupos, diferenciando a las variedades Domingo y Nogalte con mayor longitud de tallo que las demás variedades, alcanzaron una media mayor a 80 cm.

Las variedades del segundo grupo fueron: Atlético, Solar y Cano que alcanzaron una longitud mayor a 70 cm a excepción de la variedad Cano que en la segunda producción se encuentra en el tercer grupo junto a la variedad Báltico que registraron longitudes menores a las demás variedades, la media que obtuvieron fue superior a 64 cm. De la media se determina que las variedades: Domingo, Nogalte son de porte alto dado la longitud que adquirieron. Las variedades como Atlético, Solar y Cano de porte intermedio y la variedad Báltico de porte bajo.



**Figura 19. Prueba de Duncan para la longitud de tallo (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.**

En la primera producción, para el periodo de floración la elevación de temperatura produjo consecuencias como la pérdida de rigidez y elongación de los

tallos, a causa de ello se registro longitudes superiores en comparación a la segunda producción. La clasificación de ramos en la primera producción, se tuvo de menor calidad pese a que los tallos fueron largos pero carecían de firmeza, se clasificaron como tallos cortos es decir, Estándar (50 cm), Short (40 cm). De acuerdo a la cantidad de ramos clasificados se tuvo: Select 25,20 %, Fancy 27,16 %, Estándar 23,00 %, Short 20,12 % y descarte 4,52 %.

La calidad obtenida en la segunda producción se reflejo en un 64,4 % en ramos de primera categoría como Select, Fancy 33,60 % y Estandar 2,00 %. En este caso durante la etapa de crecimiento y floración, las condiciones ambientales estuvieron favorables. A comparación de la primera producción, no se presento debilidad en los tallos.

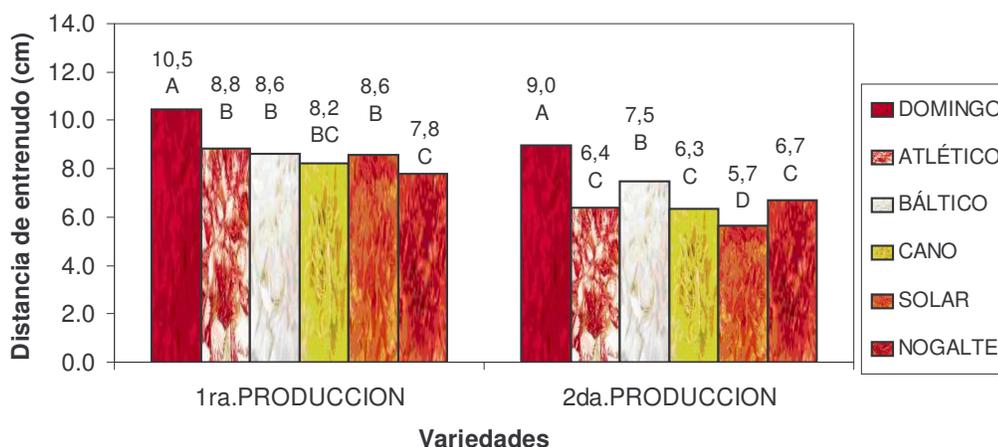
Comparando con datos que se registraron del cultivo en suelo, de la producción mensual del registro de producción de ramos de clavel en la gestión 2003 de la empresa se tienen los siguientes porcentajes: Select 4,5 %, Fancy 23,6 %, Estándar 43,3 %, Short 12,4 %, Nacional 5,5 % y descarte 10,6 %. Se observa claramente que el mayor porcentaje se encuentra en la categoría Estándar con 43.3 % (50 cm).

La categoría de los tallos florales en sistema hidropónico en su mayoría fue: Select (> 65 cm) y la categoría Fancy (60 cm). Un aspecto importante que se toma en cuenta al momento de la compra de claveles es el tamaño del tallo, ya que el más largo tiene alta preferencia en el mercado; esencialmente por el uso que tiene en arreglos florales, ramos para floreros, e incluso para su almacenamiento. Ojeda (2002) asevera que en la producción de claveles comerciales es muy importante el largo de vara en el momento de la cosecha, puesto que varas más largas alcanzan mayores precios debido al manejo que se les realiza al recortar la base de estas con el fin de tener siempre una zona de tejido fresco para la mejor absorción del agua.

### 5.4.3. Distancia de entrenudo

En la Figura 20 se presenta la prueba de medias de Duncan al 5 % de significancia que señala la diferencia entre variedades en ambas producciones. En la primera producción la variedad Domingo obtuvo un valor de 10,5 cm mayor a las demás variedades, la variedad Nogalte es la que presentó menor distancia de entrenudo con 7,8 cm. Para la segunda producción la variedad Domingo presentó un valor de 9,0 cm, superior a las demás variedades y la variedad con una media menor fue Solar con 5,7 cm.

En la primera producción la distancia de entrenudo se encuentra en un rango superior a la segunda producción; al igual que en la variable longitud de tallo, la elongación de tallo se reflejó en la distancia de entrenudo.



**Figura 20. Prueba de Duncan para distancia de entrenudos (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.**

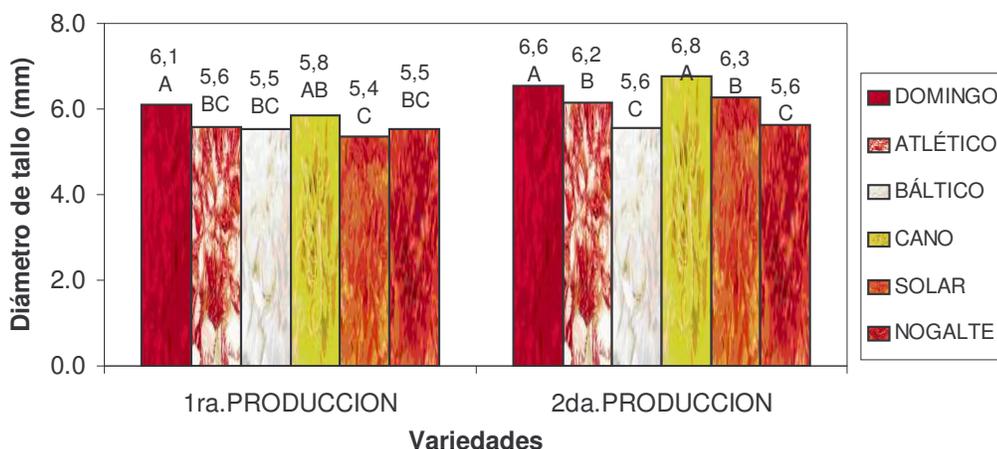
La distancia de entrenudo fue más pronunciada sobre el octavo nudo, la parte superior del tallo tuvo una marcada elongación, sin embargo en la segunda producción el tallo presentó distancias similares entre nudo y nudo. Con respecto a la función del entrenudo Calderón (2001) describe que en la planta de clavel, el entrenudo es la parte de más activo crecimiento, por lo tanto mientras más largos y vigorosos sean los entrenudos, resulta conveniente para el tallo y la duración del

mismo. Sin embargo, López (1989) señala que cuanto más alto sean los nudos, más tendencia tienen a florecer en seguida. Los primeros apenas tienen tallo y son más bien botones; a medida que se desciende, se encuentran tallos más largos (nudos 5, 6 y 7) hasta que normalmente por debajo del nudo séptimo el brote será vegetativo.

Al respecto Salisbury y Jensen citado por Ojeda (2002) mencionan que los nudos, al ser estructuras que contienen yemas foliares y florales necesariamente almacenan o concentran nutrientes y agua, para garantizar el futuro desarrollo de las yemas, lo que podría influir en prolongar la vida útil de la vara floral en poscosecha.

#### 5.4.4. Diámetro de Tallo

La Figura 21 presenta los resultados de la prueba de Duncan al 5 % de significancia, indica que existen diferencias estadísticas entre variedades. Se encuentra a la variedad Domingo y Cano con el mayor diámetro de tallo en la primera producción con 6,1 y 5,8 mm, para la segunda producción con valores de 6,6 y 6,8 mm respectivamente.



**Figura 21. Prueba de Duncan para diámetro de tallo (mm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.**

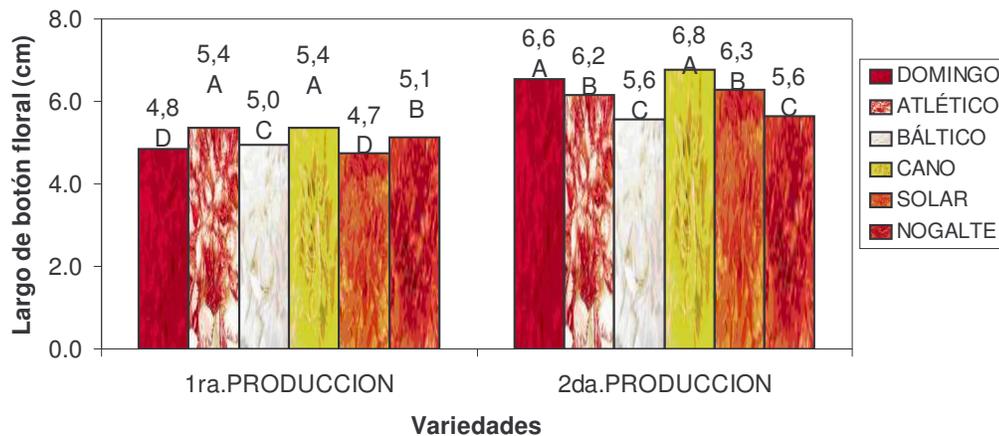
Las variedades que presentaron menor diámetro de tallo en la primera producción fue Solar con 5,4 mm y en la segunda producción Báltico y Nogalte con 5,6 mm en ambas variedades. Puede notarse en la segunda producción los tallos se encuentran relativamente con mayor diámetro, variable que se relaciona con la distancia de entrenudo mientras mayor distancia exista entre nudo y nudo, menor será el diámetro del tallo, el grosor del tallo interviene en la consistencia y soporte del botón floral.

Celikel y Karaclý citado por Ojeda (2002) señalan en estudios realizados sobre algunos factores previos a la cosecha que están relacionados con la calidad y duración de las flores cortadas de clavel; demuestran que el manejo del invernadero y la edad de las plantas pueden influir sobre algunas características físicas, entre las cuales está el diámetro de los tallos, lo que finalmente afecta la duración poscosecha de la flor.

Ojeda (2002) de acuerdo al ensayo que realizó obtuvo valores comparativamente menores con respecto a esta variable, en la evaluación de ocho variedades de clavel clasifica como mayor diámetro a valores entre 5,63, 5,6 y 5,58 mm respectivamente y la variedad que resultó con menor diámetro obtuvo un valor de 4,45 mm, del cual deduce que diámetros de tallo menores a 5 mm afecta en la duración de la flor.

#### **5.4.5. Largo de botón floral**

En la variable largo de botón floral la Figura 22 presenta la prueba de Duncan al 5 % de significancia, se realiza la comparación de medias que identifica las diferencias significativas entre variedades, obteniéndose en la primera producción que las variedades Atlético y Cano adquieren un largo de botón mayor con un valor de 5,4 cm en ambas variedades. La variedad que sigue con un valor próximo es Nogalte con 5,1 cm, las variedades con valores menores son: Domingo y Solar con un largo de botón de 4,8 y 4,7 cm respectivamente.



**Figura 22. Prueba de Duncan para largo de botón floral (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.**

En la segunda producción los resultados manifiestan que el largo de botón floral fue mayor, a comparación de los anteriores resultados las variedades Domingo y Cano presentan un largo de botón de 6,6 y 6,8 cm seguido de las variedades Atlético y Solar con 6,2 y 6,3 cm respectivamente. Las variedades Báltico y Nogalte adquirieron la media menor con 5,6 cm de largo, resultados que dan a conocer que no existe diferencia significativa entre variedades como en el primer caso.

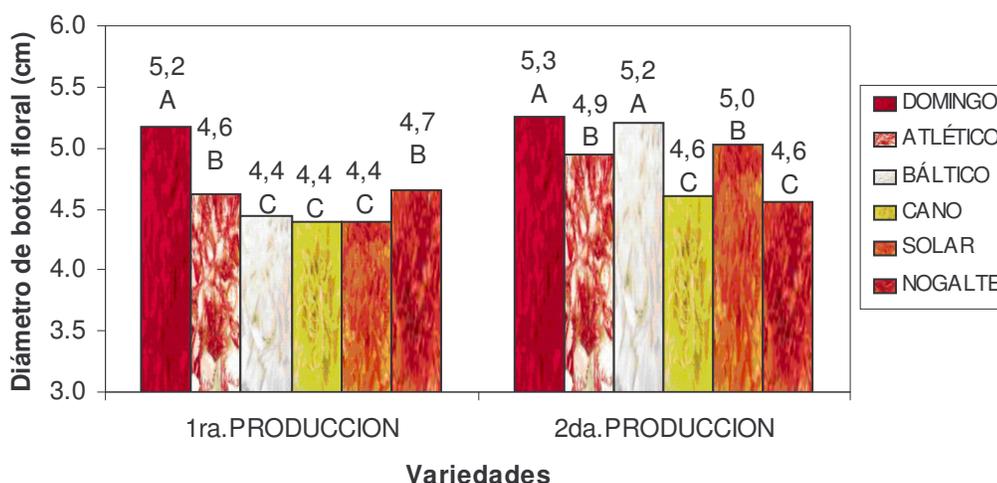
Los resultados conseguidos en la longitud de tallo y distancia de los entrenudos la elongación fue más sensible, en esta variable dio como consecuencia botones florales más cortos.

En efecto en el comportamiento de las variedades Domingo y Solar fue mas evidente, en la primera producción la variedad Domingo adquiere un valor de 4,8 cm de largo de botón posteriormente la media es de 6,6 cm, en la variedad Solar se tuvo 4,7 cm, luego su valor fue de 6,3 cm dada la influencia del medio en el crecimiento del cultivo también se ve expresado el carácter genético propio de cada variedad y estado nutricional.

#### 5.4.6. Diámetro de botón

En la Figura 23 se observa la prueba de Duncan a un nivel de significancia del 5 %, esta prueba de medias agrupa a las variedades en tres grupos en ambas producciones. En la primera producción se encuentra la variedad Domingo con un valor de 5,2 cm superior a las demás variedades, como segundo grupo las variedades: Nogalte y Atlético con 4,7 y 4,6 cm, y en el tercer grupo las variedades: Báltico, Cano y Solar donde tienen una media similar de 4,4 cm de diámetro de botón floral.

En la segunda comparación de medias, también se agrupa en tres grupos siendo la variedad Domingo y Báltico con diámetros superiores a las demás variedades de 5,3 y 5,2 cm le sigue las variedades Solar y Atlético con 5,0 y 4,9 cm y en el tercer grupo Cano y Nogalte ambos con 4,6 cm de diámetro.



**Figura 23. Prueba de Duncan para el diámetro de botón floral (cm) de la primera y segunda producción en seis variedades de clavel hidropónico.**

En la primera producción el diámetro de botón fue menor en comparación a la segunda producción, la causa pudo ser el desbalance nutricional y desordenes fisiológicos que se presentaron en el cultivo en este caso las variedades que

presentan dicho efecto son Báltico y Solar, ya que el diámetro del botón en la segunda producción fue mayor.

Acerca del tamaño de los botones florales o de las cabezas, Calderón (2001) señala que el tamaño depende mucho de la capacidad de las plantas para translocar el potasio hacia arriba, a veces no tanto el suministro de potasio, para las variedades.

De acuerdo a los valores obtenidos, tanto en las características cualitativas y cuantitativas todas las variedades presentan los parámetros requeridos para tallos de clavel de tipo comercial. Para esta variable se tomo el diámetro del botón floral en un punto de corte copa (cuando los pétalos se encuentran en forma perpendicular al cáliz) como se observa los valores se encuentran dentro de la categoría de primera de acuerdo a la clasificación realizada por López (1989).

Al respecto Ojeda (2002) indica que las flores de clavel miden desde los 2 cm de diámetro hasta 12 cm cuando están completamente abiertas y en este rango se encuentran la mayoría de las variedades.

#### **5.4.7. Rigidez de tallo**

En el Cuadro 14 se tiene los porcentajes de rigidez de la primera producción las variedades Cano y Baltico presentan un porcentaje superior a 50% de tallos dentro de la categoría 1 (tallos rígidos), de la categoría 2 (Medianamente rigido) la variedad Domingo presento un 37% superior a la demás variedades, en tanto que la variedad Nogalte tiene mayor porcentaje de tallos dentro de la categoría 3 (No rigidos) de 38,32%. De manera general en la primera producción, se obtuvieron mayor porcentaje de tallos de la categoría 1 (cerca del 50 %), seguido de la categoría 2 (26.40%).

**Cuadro 14. Tabla de contingencias de la 1ra. Produccion de tallos de claveles x categorias de rigidez.**

Variedades	Categorías			
	1. Rigido	2. Medianamente Rigido	3. No Rigido	
Domingo	33,52%	37,05%	27,64%	100,00%
Atlético	42,35%	27,64%	27,64%	100,00%
Báltico	57,50%	25,14%	17,36%	100,00%
Cano	82,63%	12,57%	4,79%	100,00%
Solar	47,30%	26,34%	25,74%	100,00%
Nogalte	33,53%	28,14%	38,32%	100,00%
Total	49,70%	26,40%	23,90%	100,00%

En la segunda producción Cuadro 15, la variedad Cano obtuvo un 100% de tallos rígidos, las demás variedades se encuentran en un rango de 79,64% a 94,61% dentro de la categoría 1 (tallos rígidos), siendo mínimo los porcentajes que estuvieron ubicados dentro de las categorías 2 (Medianamente rígido) y 3 (No rígido). De manera general el 88,50% de la segunda producción correspondió a la categoría 1, seguido de un 9,70% de la categoría 2 y un 1,80% de la categoría 3.

**Cuadro 15. Tabla de contingencias de la 2da. Producción de tallos de claveles x categorias de rigidez.**

Variedades	Categorías			
	1. Rigido	2. Medianamente Rigido	3. No Rigido	
Domingo	91,61%	7,78%	0,60%	100,00%
Atlético	94,61%	4,80%	0,00%	100,00%
Báltico	81,40%	15,00%	3,60%	100,00%
Cano	100%	0,00%	0,00%	100,00%
Solar	82,60%	15,00%	2,30%	100,00%
Nogalte	79,64%	15,60%	4,20%	100,00%
Total	88,50%	9,70%	1,80%	100,00%

En el Cuadro 16 se presenta el análisis de ambas producciones donde la variedad Cano tuvo 91% de tallos en la categoría 1, la variedad Nogalte es la que presentó menor porcentaje en rigidez. Por otra parte el 69,10% de total de las variedades correspondió a la categoría 1.

**Cuadro 16. Tabla de contingencias para ambas producciones de tallos de claveles x categorías de rigidez.**

Variedades	Categorías			
	1. Rigido	2. Medianamente Rigido	3. No Rigido	
Domingo	62,90%	22,8%	14,37%	100,00%
Atlético	68,86%	16,74%	14,40%	100,00%
Báltico	69,50%	19,80%	10,70%	100,00%
Cano	91,00%	6,70%	2,40%	100,00%
Solar	64,67%	21,00%	14,34%	100,00%
Nogalte	56,30%	22,20%	21,00%	100,00%
Total	69.10%	18.10%	12.80%	100,00%

El efecto de las condiciones ambientales y desórdenes nutricionales; causó la elongación de los tallos y pérdida de rigidez de los mismos. Al tener tallos medianamente rígidos, la calidad del tallo para el mercado es de baja calidad ya que estos deben ser rígidos y capaces de sostener el botón floral. Los factores ambientales causaron efectos como la pérdida de rigidez, y elongación, por su parte Calderón (2001) señala que las causa en la perdida de rigidez el elemento como el Calcio estaria pasando por el tallo directamente hacia el follaje pero no se estaria en los tejidos del tallo, estimulado por un periodo de frió y los cambios bruscos de temperatura.

Barceló (1988) al respecto afirma que la rigidez de tallo se debe a que el calcio ha sido asociado con la estructura de la pared celular, su función en la pared celular es la de contribuir por algún mecanismo a la rigidez de la pared misma, la extensión de la pared va acompañada a la dependencia de la temperatura.

#### **5.4.8. Número de tallos florales**

En el Cuadro 17 se tiene el rendimiento de tallos florales en la primera y parte de la segunda producción de clavel hidropónico (hasta la culminación del ensayo) existe diferencias entre los rendimientos de las variedades, el coeficiente de variación es menor a 30 % tanto en la primera y segunda producción.

**Cuadro 17. Análisis de varianza para la primera y segunda producción de tallos florales cultivados en sistema hidropónico.**

FV	GL	1ra. Producción	2da. Producción	Producción Total
Bloque	5	245982.58 **	76950.66 **	519002.91 **
Variedad	5	341999.58 **	68518.66 *	556193.58 **
Error	25	148870.58	90819.66	329962.25
Total	35	736852.75	236289.00	1405158.75
Media		690,58	392.16	1082.75
CV.		11.17%	15.36 %	10.61%

\* Significativo al nivel de 5%

\*\* Altamente significativo al nivel de 1%

ns No significativo

El Cuadro 18 se presenta la prueba de Duncan al 5 % de significancia, donde se comprueba que existe diferencias significativas en la primera y segunda producción, siendo así que de la producción total las variedades se agrupan en dos grupos las que tuvieron mayor cantidad de tallos florales fueron Báltico con 124, Domingo 1193,5 y Atlético con 1242. Las variedades que corresponden al segundo grupo se encuentran Solar, Nogalte y Cano.

Cabe mencionar que en la primera producción se tuvo mayor cantidad de tallos que en la segunda producción, situación que se debe a que la segunda producción tiene un periodo más largo de floración ya que se produce una cosecha escalonada a diferencia de la primera que viene agrupada.

**Cuadro 18. Prueba de Duncan para la primera y segunda producción de tallos florales en seis variedades de clavel hidropónico.**

TRATAMIENTO	1ra. Producción	2da. Producción	Producción Total
Domingo	802,67 A	390,83 A	1193,50 A
Báltico	798,00 A	444,0 A	1242,00 A
Atlético	759,50 A	408,00 A	1167,50 A
Nogalte	609,83 B	367,17 AB	977,00 B
Cano	592,50 B	312,33 B	904,83 B
Solar	581,00 B	430,67 A	1011,67 B

Al respecto López (1989) señala que la segunda floración viene de forma más extendida en el tiempo (5 – 6 meses) y por ello el número diario de flores es menor que en la primera, aunque la cantidad producida sea mucho mayor que en la primera floración. Una producción media para la primera floración es la de cuatro flores por planta (pero agrupada en cuatro semanas) mientras que para la segunda es fácil obtener 8 – 9 flores/planta (pero a lo largo de 5 – 6 meses).

Se realizó una comparación con los datos obtenidos en la primera producción de las variedades cultivadas en sistema hidropónico, con los datos tomados del registro de producción de la empresa. En el Cuadro 19 se presenta la comparación del número de tallos obtenidos por planta del cultivo hidropónico con el cultivo tradicional, datos que se comparan con la primera floración, donde las variedades: Báltico y Domingo presentan mejor producción en hidropónico que en tradicional, sin embargo las variedades Solar, Nogalte y Cano presentaron menor producción en hidropónico destacándose la variedad Nogalte con mejor producción cultivado en suelo.

**Cuadro 19. Rendimiento de tallos florales/planta en seis variedades de clavel hidropónico.**

<b>Variedad</b>	<b>Plantas/m<sup>2</sup></b>	<b>Cultivo hidropónico Tallos/planta</b>	<b>Cultivo en suelo Tallos/planta</b>
Báltico	36	5	3
Domingo	36	5	4
Atlético	36	5	5
Solar	36	3	4
Nogalte	36	4	6
Cano	36	4	3

Las plantas que tuvieron menor rendimiento podrían ser más débiles genéticamente o posiblemente afectadas por algún problema nutricional. La fragilidad de tallos que presento la variedad Nogalte cuando se cosechaban estos se quebraban con facilidad; el ataque de Rizoctonia y Fusariosis a la variedad Cano provoco la disminución de plantas, que son factores que provocaron la disminución del rendimiento en estas variedades.

Ojeda (2002) menciona que el número de varas es la variable más importante en la producción del clavel comercial, ya que corresponde a la unidad de comercialización, esta variable está influenciada por la capacidad de producción de brotes de la planta. La producción es tanto mayor cuanto más brotes se producen y cuanto más corto es el tiempo entre la recolección y el crecimiento de nuevas ramas. En condiciones climáticas favorables una planta de clavel puede producir entre 10 y 15 flores.

Devlin citado por Ojeda (2002) indica que las plantas que son más débiles por nutrición o por condiciones varietales producirán menos flores, esta en directa relación con la reserva de nutrientes que la planta tiene almacenado.

López (1989) afirma que normalmente los rendimientos son inferiores debido a la influencia negativa de temperaturas del aire elevadas, aunque los rendimientos pueden aumentar con una buena ventilación de los invernaderos.

#### **5.4.9. Duración en florero**

La evaluación realizada de tallos florales en una prueba de duración en florero, se encontró diferencia entre variedades, las variedades que mayor duración en florero tuvieron fueron: Domingo, Cano y Báltico mayores a 21 días y las variedades que presentaron menor duración fue Atlético, Solar y Nogalte en un rango de 16 y 19 días esto se obtuvo de tallos tratados (nitrato de plata) en la solución conservante (Anexo 4).

En los tallos que no tuvieron tratamiento, hubo diferencia de 2 hasta 5 días menos de los tallos que fueron tratados. Sin embargo, los tallos tomados del cultivo tradicional con tratamiento (nitrato de plata) y sin tratamiento en comparación al hidropónico tuvieron menores días de duración.

La variedad Solar tanto en el sistema hidropónico como en el tradicional a los 10 días empezó a marchitarse. Algunas flores del cultivo tradicional no se abrieron completamente se pudrieron, igual ocurrió con la variedad Nogalte y Atlético que algunas flores empezaron a marchitarse los bordes de los pétalos, la pudrición de los tallos fue más marcada en el cultivo tradicional.

Los bordes quemados en los pétalos de la flor son una consecuencia de la senescencia, estas flores presentaron deshidratación leve de los pétalos externos.

Calderón (2001) y Ojeda (2002) según ensayos realizados en la duración en florero, ha encontrado que la duración en florero esta estrechamente relacionada con el suministro de calcio y la relación calcio, potasio, nitratos. Plantas sometidas a nutriciones amoniacales pobres en calcio tienden a mostrar menor duración en florero y mayor velocidad de deshidratación. El diámetro del tallo floral también puede influir en la duración del tallo.

Al respecto López (1989) señala, que el clavel tiene una mayor duración mientras más pura sea el agua que se utiliza. La duración poscosecha de las flores de clavel puede prolongarse, dependiendo del método que se utilice para conservarlas.

#### **5.5. Comparación con la prueba de “t” de las variables características de calidad de los tallos florales de un sistema hidropónico y tradicional.**

Para tener un respaldo de los resultados que se obtuvieron del cultivo hidropónico; con respecto a las variables de respuesta de la evaluación de los tallos florales en claveles, se levanto datos de campo del cultivo en suelo que se considero para la respectiva comparación y evaluación; ya que en nuestro medio los trabajos en cultivos de clavel hidropónico son escasos.

De acuerdo a la comparación de medias de t que se presenta en el Cuadro 20, se obtuvieron tallos relativamente más largos en hidropónico que en un cultivo en suelo, las variedades que adquirieron mayor tamaño fueron Domingo, Atlético y Cano. Sin embargo la variedad que mejores resultados presento fue Báltico, ya que logro obtener mejor longitud de tallo, a su vez la distancia de entrenudo fue significativa, tanto el largo y diámetro del botón floral resultó ser mejor que en cultivo en suelo (Anexo 7).

**Cuadro 20. Prueba de “t” de las variables de respuesta en tallos florales del cultivo hidropónico con el cultivo tradicional.**

Variable	Variedad	Hidropónico	Tradicional	Diferencia	“ t “
Longitud de tallo	Domingo	82,0	66,0	16,0	11,57 **
Longitud de tallo	Atlético	71,0	59,0	12,0	8,21 **
Longitud de tallo	Báltico	66,0	53,0	13,0	8,84 **
Distancia de entrenudo	Báltico	7,5	6,2	1,3	3,00 *
Largo de botón	Báltico	4,8	4,3	0,5	3,43 *
Diámetro de botón	Báltico	5,2	4,8	0,4	5,2 **

\* Significativo al nivel de 5%

\*\* Altamente significativo al nivel de 1%

ns No significativo

## 5.6. Presencia de plagas y enfermedades

Para el control de plagas y enfermedades, se realizaron controles periódicamente, en el Anexo 6 se presenta el detalle de plagas y enfermedades expresado en porcentajes. En la primera semana de plantación se presento pudrición en los esquejes principalmente con (Rizoctonia y Phytophthora en el cuello del tallo), se originó a causa del frecuente riego que se realizó al follaje luego de la plantación de los esquejes, ya que debía evitarse el marchitamiento de los mismos, como estos eran pequeños el sustrato quedaba expuesto al sol y se secaba con facilidad, se produjo la pudrición en la base de los esquejes, las variedades más susceptibles a la pudrición fueron Domingo y Cano, se realizó el refalle y se disminuyo el riego, durante ese periodo de prendimiento se aplicó el drench con fungicida ( Benomil y Bavistin).

Posteriormente se presentaron enfermedades como Fusarium fue más incidente en las variedades Báltico, Domingo y Cano para el control se realizó aplicaciones en el sector donde presentaban los síntomas, hubo presencia de Roya en la época de lluvias pero no fue considerable.

La plaga que más persistió fue la arañuela roja, ataco con mayor severidad en las variedades Solar, Báltico y Domingo acentuándose más cuando se tuvo altas temperaturas, una forma de control fue refrescar con riego suave al follaje de la plantas al medio día y mojando los pasillos, luego con la aplicación de productos químicos acaricidas (como Ortus, Vertimaxc, Stermin entre otros). Las plagas que se presentaron son: Gusano minador cuando el cultivo se encontraba en la fase de crecimiento de brotes, IPulgones, Trips esta es una de la plagas que baja la calidad de la flor ya que esta ocasiona daños al interior del botón floral; se presento en todas las variedades por la ubicación de las mismas. Se aplicó insecticidas (como Curacron, Nurelle y Karathe) simultáneamente se fue controlando el ataque de pulgones y la larva minadora.

## 5.7. Análisis Económico

Dentro del análisis económico se considero los egresos tomando en cuenta primero los costos variables que incluyen los insumos empleados y costos por alquiler del equipo de fertilización e invernadero (Anexo 5), los cálculos para Beneficio/Costo se presenta en el Cuadro 21.

**Cuadro 21. Relaciones Beneficio/Costo (B/C) en base a los rendimientos y costos obtenidos por variedad.**

Variedad	Rendimiento	Beneficio Bruto	Costo Total	Beneficio Neto	B/C
Domingo	1716	1655,58	1439,52	216,06	1,15
Atlético	1686	1589,26	1469,2	120,06	1,08
Báltico	1776	1746,6	1482,06	264,54	1,17
Cano	1614	1421,64	1427,46	5,82	0,99
Solar	1452	1369,8	1457,82	88,02	0,93
Nogalte	1404	1335,66	1445,7	110,04	0,92

De acuerdo a las relaciones de Beneficio/Costo de las seis variedades de clavel se tiene que las variedades que se encuentran con  $B/C > 1$ , son: Báltico con 1,17; Domingo con 1,15; Atlético con 1,08 y las variedades con menor B/C fueron Cano con 0,99; Solar con 0,93 y Nogalte con 0,92.

A pesar los resultados de rendimiento se tuvieron ramos de buena calidad, siendo en su mayoría de 39 % Select de primera, 30 % Fancy de segunda, 15 % Estándar, 13 % Schort y 3 % de descarte, solo tres variedades resultan rentables.

Es de notarse que los costos considerados por ramos de 25 tallos de clavel influyen sobre los beneficios netos, el precio de ramo que se tiene en campo es diferente al precio de venta de mercado o al consumidor siendo estos más altos. Por otra parte se debe tener en cuenta que dentro de los costos variables en este ensayo se consideró la depreciación anual de: invernadero, inyector y sistema de riego, y que la producción que se obtuvo en su mayoría esta destinada a la exportación.

De acuerdo a lo obtenido por Cartagena (1999) en un ensayo realizado con tres variedades y tres densidades de plantación en claveles donde los beneficios netos que registra en la mayoría de sus tratamientos  $> 1$ , esto debido a que considero precios de acuerdo a las calidades que obtuvo, cotizándose el ramo de: Extra 14 Bs, Primera 12 Bs, Segunda 10 y Tercera de 6 Bs, siendo estos para una comercialización en mercados internos.

## 6. CONCLUSIONES

De acuerdo a los resultados obtenidos se logra concluir en lo siguiente:

- El comportamiento de la temperatura fue variable en la primera floración, este periodo coincidió con la época invernal e ingreso a la primavera, la temperatura mínima registrada fue de 0 °C y la máxima fue de 33 °C, lo que produjo efectos en el desarrollo del cultivo; este cultivo requiere menores temperaturas y es capaz de resistir temperaturas por debajo de 0 °C por un periodo corto en días, temperaturas altas y concentradas ocasiona elongación de tallos.
- Un aumento o disminución de la temperatura influye en el crecimiento de la planta, el valor del índice de crecimiento donde se registro bajas temperaturas fue menor al registrado con la elevación de temperaturas, la reacción del cultivo a este cambio fue el retraso de la primera floración, mas el exceso de potasio y deficiencia de calcio ocasiono la debilidad y rajado de los entrenudos.
- Las variedades presentaron diferencias en días a la primera y segunda floración, las variedades con menores días fueron: Domingo y Báltico, el rango de floración fue de 93 a 220 días, en la segunda floración el rango fue de 129 y 140 días. Del periodo de formación del botón floral, se distinguen seis fases que comprenden 40 a 51 días hasta el corte del tallo floral, las variedades Domingo y Báltico tuvieron menores días.

Con respecto a las características de calidad de los tallos se tuvo:

- Las variedades Domingo, Báltico, Atlético y Cano presentaron mejores cualidades como en la calidad: la longitud de tallo, distancia de entrenudo,

diámetro de tallo, largo de botón, diámetro de botón, duración en florero y en la rigidez de tallo se tuvo un porcentaje mayor dentro de la categoría 1.

- En la comparación realizada con datos del cultivo tradicional e hidropónico, se tuvo que la variedad Báltico presento mejores cualidades en: longitud de tallo, distancia de entrenudo, largo de botón y diámetro de botón floral, al igual que las variedades Domingo, Atlético la longitud de tallo fue mayor.
- Los ramos de clavel que se obtuvieron en la segunda producción fueron de buena calidad con categorías: 65 % Select, 33 % Fancy, 2 % Estándar, en la primera producción se tuvo: 25 % Select, 27 % Fancy, 23 % Estandar, 20 % Short y 5 % descarte
- Las variedades que mejor rendimiento tuvieron son: Báltico, Domingo y Atlético con 5 tallos/planta, de la comparación con datos del cultivo tradicional, se deduce que la variedad Nogalte tiene un rendimiento superior en cultivo tradicional con 6 Tallos/planta.
- De acuerdo a las relaciones de Beneficio/Costo de las seis variedades de clavel se tiene que las variedades que se encuentran con  $B/C > 1$ , son: Báltico con 1,17; Domingo con 1,15; Atlético con 1,08 y las variedades con menor B/C fueron Cano con 0,99; Solar con 0,93 y Nogalte con 0,92. en esta experiencia las flores obtenidas en sistema hidropónico fueron de mejor calidad que las del cultivo tradicional la producción que se obtuvo en su mayoría esta destinada a la exportación en el que se considera mejores precios.

## 7. RECOMENDACIONES

Con la experiencia obtenida del ensayo, dan una idea de la situación del cultivo hidropónico del cual se realiza las siguientes recomendaciones:

1. Realizar la formulación de soluciones nutritivas con insumos disponibles en el mercado local, ya que la obtención de fertilizantes solubles para fertiriego, aumentan los costos y a su vez ponen en riesgo la producción por la escasez en determinadas situaciones.
2. Se recomienda realizar estudios puntuales acerca del manejo de las variedades que mejor se comportaron, de acuerdo al resultado obtenido el rendimiento, menor periodo de floración y las características de calidad deben ser considerados como los principales parámetros en la elección de variedades más adecuadas para la producción en cultivo hidropónico.
3. Realizar trabajos de investigación en hidroponía en un sistema cerrado, con el fin de aprovechar los residuos de la solución nutritiva y utilización eficiente del agua. Realizar ensayos empleando sustratos que pueden ser combinados con cascarilla de arroz quemada, arena, turba.
4. El cultivo en sistema hidropónico puede ser mejor utilizado en la producción de plantas madres para la extracción de esquejes.
5. Pese a que la competencia en la producción de claveles es amplia entre los países productores. Los claveles seguirán siendo una flor muy popular, por la preferencia de las personas. La hidroponía ofrece una buena alternativa para el manejo y aprovechamiento no solo de este cultivo sino de otros.

## 8. LITERATURA CONSULTADA

Amador S, A. 1997. Evaluación agronómica de 5 variedades de gladiolo (*Gladiolus grandiflorus*) en dos sistemas de producción en un valle interandino del departamento de Potosí. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO, UMSA. p. 20 – 36

Arancibia M, D. 1999. Producción de tres variedades de clavel en diferentes sustratos a partir de esquejes bajo condiciones de carpa solar en la ciudad de Potosí. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO, Universidad Autónoma “Tomas Frías”. p. 27 – 45

Azcon B, T. 1993. Fisiología y bioquímica vegetal. 1 ed. Madrid, ES, EDIGRAFO. p. 435 – 512

Barberet & Blanc. 2002. Catalogo de variedades de clavel. España. s.p.

Barcelo C, J. 1987. Fisiología vegetal. 5 ed, Madrid, ES, Pirámide. p. 203 – 210

Bidwell R, G. 1993. Fisiología vegetal. 2 ed, México, AGT. p

Brauer H, O. 1981. Citogenética aplicada. 5 ed. México, Limusa. p.

Cabrera G, R. 1997. Efecto de 5 fertilizantes en cultivos hidropónicos de frutilla. Tesis Lic. Ing. Agr. Cochabamba, BO. UMSS. p. 15 – 35.

CADEXCO (Cámara de exportadores de Cochabamba, BO). 2000. Situación actual de la producción florícola de Cochabamba. CADEXCO. s.p.

Calderón S, F. 2001a. Contribución al conocimiento sobre el rajado de tallos en clavel (*Dianthus cariophyllus* L.). (Correo electrónico). Bogotá, CO. Consultado Octubre 2003. Disponible. <http://www.drcalderonlabs.com/index.html>

\_\_\_\_\_. 2001b. Contribución al conocimiento del perfil nutricional del clavel; comparativo entre plantas hidropónicas y plantas en tierra. (Correo electrónico). Bogotá, CO. Consultado abril 20 de 2004. Disponible. <http://www.drcalderonlabs.com>

\_\_\_\_\_. 2001c. Que son los cultivos hidropónicos y el porque de la hidroponía. (Correo electrónico). Bogotá, CO. Consultado junio 20 de 2004. Disponible. <http://www.drcalderonlabs.com/index.html>

\_\_\_\_\_. 2002. La cascarilla de arroz “caolinizada “; una alternativa para mejorar la retención de humedad como sustrato para cultivos hidropónicos. (Correo electrónico). Bogotá, CO. Consultado Febrero 2004. Disponible. <http://www.drcalderonlabs.com>

Cartagena T, R. 1999. Introducción de tres variedades de clavel (*Dianthus cariophyllus* L.) bajo tres densidades de plantación, en condiciones de invernadero en el Altiplano Central. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 33 – 48

CARTAGINESA S.A. 1999?. Floricultura: Clavel. Cartago,CR, s.e. p. 47 – 53.

CeProBol (Centro de Promoción Bolivia). 2002. Sistema de información y Asesoramiento en Comercialización para Productores Agrícolas. La Paz, BO. s.p.

FAO (Organización de Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación). El cultivo protegido en clima mediterráneo. (Correo electrónico). Producido por: Departamento de Agricultura, versión PDF. consultado enero 2005. Disponible <http://www.fao.org/documents/>

CFP (Corporación de Fomento a la Producción, CH). 1990. Situación de la floricultura nacional y perspectivas de exportación del clavel. Chile, s.e. p.132 – 139.

Font Quer. 1975. Diccionario de botánica. ed. LABOR, S.A. España. p. 75 – 560 – 562.

Howard M, R. 1997. Cultivos hidropónicos: nuevas técnicas de producción. 4 ed. España. Mundi-Prensa. 600 p.

Huterwal, G. 1990. Hidroponía; cultivo de plantas sin tierra, ed. ALBATROS, Buenos Aires, AR. p.85 – 129.

Huchani, M. 2004. Introducción de variedades de arveja (*Pisum sativum* L.) en dos épocas de siembra con inoculación de *Rhizobium* en la comunidad de Amarete. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO, UMSA. p. 31 – 36

INDAP. 2002. Clavel. (Información proporcionada por el servicio de información técnica y Comercial para la Agricultura familiar campesina del instituto de desarrollo agropecuario, Chile). Corre electrónico. consultado marzo 2005. Disponible [http://www.fundacionpobreza.cl/publicaciones/Archivadores/Silvoagropecuario/capitulo\\_iv\\_5.html](http://www.fundacionpobreza.cl/publicaciones/Archivadores/Silvoagropecuario/capitulo_iv_5.html)

INE (Instituto Nacional de Estadística, BO). 1999. Atlas estadístico de municipios, ed. CID (Centro de Información para el Desarrollo), La Paz, BO. p. 297

Infoagro, 2003. Cultivo del Clavel. (correo electrónico). consultado febrero 2004. Disponible. <http://www.infoagro.com/flores/flores/clavel.htm>

Larson R, A. 1988. Introducción a la Floricultura. 1 ed. México, e. d. A.G.T. p. 43 – 72

(Las flores de nuestra tierra, Argentina). 2002. Claveles. correo electrónico. consultado mayo 2005. Disponible [http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenos\\_aires/flores\\_nuestras/clavel.htm](http://www.oni.escuelas.edu.ar/2002/buenos_aires/flores_nuestras/clavel.htm)

López M, J. 1989. Producción de claveles y gladiolos: El clavel. Madrid, ES. Mundi-prensa. p.

Llanos, P. 2001. La solución nutritiva. Correo electrónico, rev. marzo 2003. WALCO S.A., Bogota, CO. Mayo 18 de 2001

Mamani F, A. 1999. Evaluación del cultivo hidropónico de dos variedades de tomate (*Lycopersicon sculentum*) en invernadero bajo diferentes niveles de nutrientes en el Altiplano Norte. Tesis Lic. Ing. Agr. La Paz, BO. UMSA. p. 11

Manual de manejo de equipos de fertirrigación. (2000) ?. s.n.t.

Marino, A. 1988. Técnicas de fotosíntesis y bioproductividad. 2 ed. s. I. FUTURA. S.A. p. 2 – 10.

Menacho D, J. 2001. Efecto del despunte y despunte y medio en el rendimiento de 6 variedades de clavel bajo condiciones de cubierta plástica en el departamento de Potosí. Tesis Lic. Ing. Agr. Bolivia. Universidad Autónoma Tomas Frías. rev.

Ojeda G, P. 2002. Parámetros de evaluación en claveles. (correo electrónico).Rev. Noviembre 2004. Disponible en formato PDF. [www.vct.c/biblioteca/tesis-online/patricio-ojeda-godoy/completo.pdf](http://www.vct.c/biblioteca/tesis-online/patricio-ojeda-godoy/completo.pdf)

Penningsfeld, F. 1983. Cultivos hidropónicos y en turba. 2 ed. España. Mundi Prensa. p. 55 – 59

Perez G, F. 1994. Introducción a la fisiología vegetal. Madrid, ES, Mundi – Prensa. p. 59 – 60

Quelali M, A. 2000. Respuesta de cuatro variedades de gladiolo (*gradiolus grandiflorus* L.) a la fertilización química en la provincia Camacho del departamento de La Paz. Tesis Lic. Ing. Agr. Bolivia, UMSA. p. 45 – 57

Ramirez R, Coraspe C, Ramirez N. 1983. Efecto del pH en el medio de enraizamiento del maní (*Arachis hypogaea* L.) sobre el peso seco y acumulación de nutrimentos 1. (Centro de Investigaciones Agropecuarias), Venezuela. (correo electrónico). Rev. mayo 2005.

Reyes, P. 1999. Diseño de experimentos aplicados: agronomía, biología, química, industrias, ciencias sociales. 3 ed. Mexico. Trillas. 348 p.

Rodríguez S, F. 1982. Fertilizantes: Nutrición vegetal. 1 ed. México. A.G.T. p. 57

Rodríguez R, M. 1991. Fisiología vegetal. 1 ed. Cochabamba, BO. Los amigos del libro. 440 p.

Roponce FLOR. 1999?. Exportadores y productores de flores, s.n.t. Cochabamba, Bolivia.

Sánchez, F. 1996. Estudio de mercado de rosas y claveles en EEUU y Chile. Trabajo de consultaría. Proyecto PNUD/OSP- CONVENIOS BID. s.n.t. Rev.

Steel, R., Torrie, J. 1992. Bioestadística: Principios y procedimientos. 2 ed. Mexico. McGraw Hill / Inteamericana de Mexico. 662 p.

Strasburger, E. 1983. Tratado de botánica; Fisiología vegetal, s.e. Munich, Alemania. 1098 p.

Savvas, D. 2001. Extractado, reordenado y traducido del capítulo 3, vol.I .del libro “Crop management and postharvest handling of horticultural products”, Science Publishers.

Tisdale L, S. 1991. Fertilidad de los suelos y fertilizantes. 1 ed. México. LIMUSA

Vásquez B, E. 1984. Fisiología vegetal. s.n.t. Habana, Cuba. Pueblo y Educación. Rev.

Velásquez A, A. 2003. Floricultura (entrevista). Empresa “Flores del Sur” Ltda.. Cochabamba, BO.

Yupanqui, C. 2004. Evaluacion de proyectos. Santa Cruz, Bolivia. s.n.t. 32 p.

## **9. ANEXOS**

## Anexo 1. Descarga y aplicación del sistema de riego.

Descarga de gotero	1,22 L/hora
Descarga 1 m <sup>2</sup>	10,98 L/hora
Descarga en 186 m <sup>2</sup> (superficie de bloque)	2042,3 L/hora
Aplicación semanal de solución/ banco hidropónico	32,1 L/semana
Aplicación semanal de riego/ banco hidropónico	64,2 L/semana
Descarga de solución fertilizante	1,25 L/min.

### Descarga del inyector.

$$q = \frac{Dfv}{t}$$

Donde:

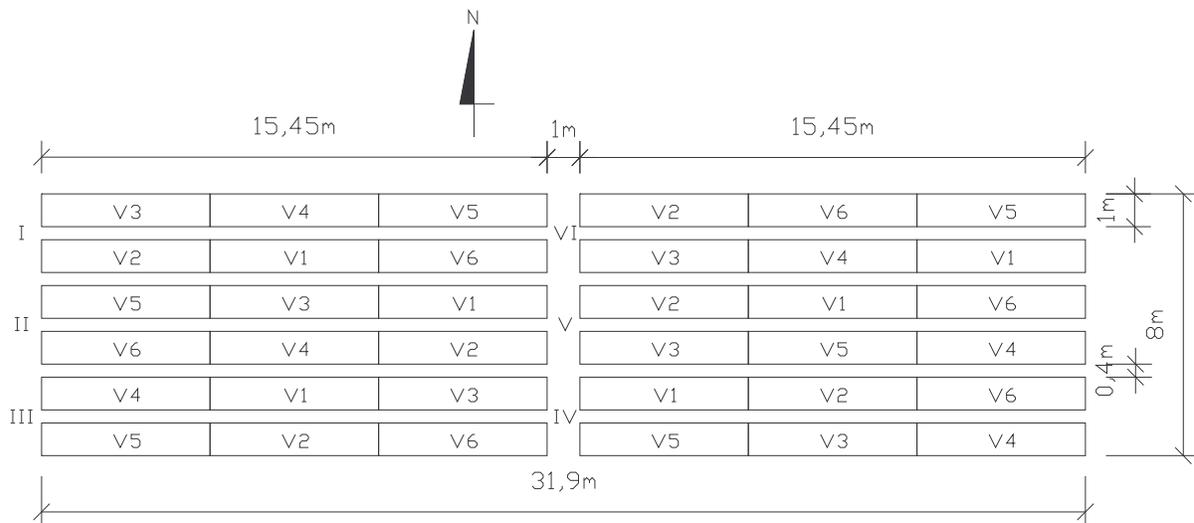
q = Descarga del inyector	[litros/hora]
A = Área	[hectárea]
Dfv = Dosis de fertilizante	[litros/hectárea]
t = Tiempo de fertilización	[horas]

Para el cálculo del ensayo, se realizó en [ L/minuto]

$$q = \frac{93m^2 \times 0.43L/m^2}{32min}$$

La descarga del inyector es: q = 1.25 L/min. ↔ 75 L/hora

## Anexo 2. Croquis del ensayo



**Anexo 3. Análisis de varianza del crecimiento en semanas de seis variedades de clavel en sistema hidropónico.**

<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>GL</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>14</b>	<b>15</b>	<b>16</b>	<b>17</b>
Bloque	5	12.8 ns	4.42 ns	7.5 ns	9.2 ns	12.2 ns	11.71 ns	11.15 ns
Variedad	5	36.7 ns	41.2 **	48.5 **	58.1 **	42.3 **	88.1 **	95.2 **
Error	25	5.8	2.5	1.2	1.4	6.2	2.8	2.3
Total	35							
Media		12.5	14	18	20.3	23	25.4	27.9
CV.		19 %	4.9 %	5.5 %	5.7 %	10.7%	6.5 %	6.1 %
<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>GL</b>	<b>18</b>	<b>19</b>	<b>20</b>	<b>21</b>	<b>22</b>	<b>23</b>	<b>24</b>
Bloque	5	11.3 ns	9.66 **	12.72 **	13.5 **	23.04 ns	31.01 ns	37.41 ns
Variedad	5	114.15 **	112.07 **	114.75 **	116.2 **	136.87 **	150.34 **	156.21 **
Error	25	3.1	3.6	4.05	4.3	4.9	5.04	4.8
Total	35							
Media		30.5	32	33.8	35.2	37	38.4	41.7
CV.		6.5 %	6 %	6 %	8 %	6.5 %	5.8 %	7 %
<b>Fuente de Variabilidad</b>	<b>GL</b>	<b>25</b>	<b>26</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>29</b>	<b>30</b>	<b>31</b>
Bloque	5	140.3 ns	82.8 ns	99.13 ns	93.62 ns	101.81 ns	115.3 ns	81.61 ns
Variedad	5	325.5 **	567.3 **	323.7 **	2397.1 **	2487.56 **	2359.9 **	2158.06**
Error	25	17.6	18.5	23.3	38.4	43.3	37.5	37.8
Total	35							
Media		43	47	51	57	64	71	78
CV.		8.8 %	9.8 %	9.5 %	11 %	10.3%	8.6 %	8 %

**Anexo 4. Cantidad de tallos florales de clavel hidropónico primera y segunda producción.**

VARIEDAD	B - I	B - II	B - III	B - IV	B - V	B - VI	SUBTOTAL	RAMOS CLASIFICADOS
Domingo	1346	1400	1320	1135	1093	867	7161	286,44
Atlético	1111	1333	1190	1081	1281	1010	7006	280,24
Báltico	981	1430	1403	1248	1165	1185	7412	296,48
Cano	806	1124	941	910	888	809	5478	219,12
Solar	927	1189	1107	1076	1102	649	6050	242,2
Nogalte	1205	1080	1002	911	992	658	5848	233,92
<b>TOTAL</b>	<b>6376</b>	<b>7556</b>	<b>6963</b>	<b>6361</b>	<b>6521</b>	<b>5178</b>	<b>38955</b>	<b>1558,4</b>

**Detalle de la cantidad de ramos de clavel de la primera y segunda floración clasificados por variedades y categoría.**

VARIEDAD	SELECT	%	Fancy	%	Estándar	%	Short	%	Descarte	%	cant/ra
Domingo	125	43	54,4	19,14	54	19,14	44	15,6	9	3,2	28
Atlético	99	34,8	69,06	24,27	54	19,5	48	17,4	11	4	28
Báltico	97	31,74	114,82	39	48	16,4	33	11,26	5	1,7	29
Cano	163	74,76	46	21,5	5	2,33	3	1,4	0	0	21
Solar	57,2	22,26	97	40,75	41	17,22	47	19,74	0	0	2
Nogalte	80,92	33,2	75	32,75	35	15,3	24	10,48	19	8,3	23
<b>Total</b>	<b>622,12</b>	<b>39,92</b>	<b>456,28</b>	<b>29,27</b>	<b>237</b>	<b>15,2</b>	<b>199</b>	<b>12,76</b>	<b>44</b>	<b>2,85</b>	<b>15</b>

**Evaluación de la duración en florero (días) de tallos florales cultivados en sistema hidropónico y tradicional evaluados con tratamiento (nitrato de plata) y sin tratamiento.**

Variiedad	C/T Hidr.	S/T Hidr.	C/ T Trad.	S/ T Trad.
Domingo	24	22	21	18
Atlético	19	16	17	14
Báltico	22	19	18	16
Cano	25	20	20	17
Solar	16	14	16	11
Nogalte	18	16	16	13

**Anexo 5. Costos de producción e ingresos en seis variedades de clavel en sistema hidropónico en una superficie de 300 m<sup>2</sup>. (t/c= 7.9 Bs.)**

Concepto	Unidad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
<b>Insumos</b>							
Invernadero	año	129,60	129,60	129,60	129,60	129,60	129,60
Sistema de riego	año	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Inyector	año	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00	108,00
Cama hidropónica	año	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60	33,60
Sustrato	año	121,50	121,50	121,50	121,50	121,50	121,50
Esquejes de clavel	año	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00	480,00
Fertilizantes	año	126,00	126,00	126,00	126,00	126,00	126,00
Tutoraje	año	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00	90,00
Tratamiento Sanitario	año	109,32	139,00	151,86	103,26	133,62	121,50
<b>Sub Total</b>		1210,02	1239,70	1252,56	1203,96	1234,32	1222,20
<b>Mano de obra</b>							
Construcción de camas	año	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40	11,40
Prep. de sustrato	año	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00	12,00
Plantación	año	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Atención de cultivo	año	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00	180,00
Clasificación de tallos	año	24,00	24,00	24,00	18,00	18,00	18,00
<b>Sub Total</b>		229,50	229,50	229,50	223,50	223,50	223,50
<b>TOTAL</b>	año	1439,52	1469,2	1482,06	1427,46	1457,82	1445,7

**Ingresos**

Rendimiento ajustado	ramos	1716	1686	1776	1614	1452	1404
<b>Categoría de ramos</b>	<b>Precio/\$us</b>	<b>Domingo</b>	<b>Atlético</b>	<b>Báltico</b>	<b>Cano</b>	<b>Solar</b>	<b>Nogalte</b>
Select	1,13	847,5	671,22	657,66	1105,14	387,84	548,64
Fancy	1,01	329,64	418,5	695,76	278,76	587,82	454,5
Estándar	0,88	285,12	285,12	253,44	26,4	216,48	184,8
Short	0,63	166,32	181,44	124,74	11,34	177,66	90,72
Descarte	0,5	27,00	33,00	15,00	0,00	0,00	57,00
<b>TOTAL</b>		1655,58	1589,28	1746,6	1421,64	1369,8	1335,66

**TOTALES**

<b>Insumos</b>	1210,02	1239,70	1252,56	1203,96	1234,32	1222,20
<b>Mano de obra</b>	229,50	229,50	229,50	223,50	223,50	223,50
<b>Egresos</b>	1439,52	1469,20	1482,06	1427,46	1457,82	1445,70
<b>Ingreso (\$us.)</b>	1655,58	1589,26	1746,6	1421,64	1369,8	1335,66
<b>B/C</b>	1,15	1,08	1,17	0,99	0,93	0,92

## Anexo 6. Detalle de plaguicidas empleados.

Nombre Comercial	Composición química	Característica
<b>INSECTICIDA</b>		
Curacron C.E.	Protenofos (500 g/L)	insectos masticadores, chupadores y ácaros
Cypertrin 200 E.C.	Cypermotrina (200 g/L)	insecticida piretroide de amplio espectro, de acción inmediata
Nurelle * 25 E	Cypermotrina (250 g/L)	orugucida piretroide de amplio espectro
Stermin 600 S.L.	Metamidofos (600g/L)	actúa por contacto e ingestión, control de áfidos, larvas y huevos de gusanos masticadores y chupadores.
Karate	Lambdacyhalothrina (50 g/L)	Insecticida piretroide de amplio espectro, actúa por contacto e ingestión control de gusanos e insectos chupadores.
<b>FUNGICIDA</b>		
Indar 2 OF	Fenbuconazole (250 g/L)	Fungicida sistémico, en líquido de suspensión en aceite.
Bravo 500	Clorotalonil	podrición antracnosis, mildiu
Systhane * E	Myclobutanil (261 g/L)	Fungicida sistémico preventivo y curativo, para roya
Benomilox	Benomyl (500 g/kg)	

## Presencia de plagas y enfermedades (%).

VARIEDAD	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
<b>Enfermedades</b>						
Rizoctonia y Phytopthora	10,85	5,71	3,6	12,5	7,7	7,17
Fusarium	6,0	-	4,0	8,0	-	-
Roya	3,5	1,0	2,0	2,5	1,5	1,0
<b>Plagas</b>						
Pulgón	-	-	7,0	-	3,5	5,7
Larva minadora	0,8	1,0	1,5	-	-	1,2
Trips (*)	X	X	X	X	X	X
Arañuela	12,0	8,0	15,0	4,0	17,0	5,0

(\*) El ataque de esta plaga fue general en las seis variedades y en los bloques ya que se encontraba al interior de los botones florales.

**Anexo 7. Prueba de “t” de las variables de respuesta de las características de calidad de tallos, de un cultivo hidropónico y un cultivo tradicional de claveles.**

**1. Longitud de tallo**

Variedad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
Hidropónico	817.850	70.91	664.583	66.341	68.766	80.00
Tradicional	66.158	59.46	53.167	62.867	59.917	73.333
t	11.578	8.213	8.841	0.828	3.095	1.521
Significancia	0.000 **	0.007 **	0.000 **	0.445 ns	0.027 *	0.189 ns
Diferencia	15.627	11.45	132.917	3.475	8.850	6.666

**2. Distancia de entrenado**

Variedad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
Hidropónico	89.567	6.40	74.933	6.348	5.663	6.718
Tradicional	7.765	5.90	6.175	5.183	5.933	5.883
t	1.710	1.645	3.001	2.928	-0.661	1.895
Significancia	0.148 ns	0.170 ns	0.030 *	0.033 *	0.538 ns	0.177 ns
Diferencia	11.917	0.50	13.183	1.165	-0.270	0.835

**3. Diámetro de tallo**

Variedad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
Hidropónico	65.517	6.15	55.600	6.763	6.281	5.641
Tradicional	6.177	5.69	5.233	6.450	5.683	5.817
t	1.520	1.320	1.498	1.007	1.726	-0.458
Significancia	0.189 ns	0.170 ns	0.194 ns	0.360 ns	0.145 ns	0.666 ns
Diferencia	0.374	0.46	0.3267	0.3133	0.598	-0.175

**4. Largo de Botón**

Variedad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
Hidropónico	45.750	4.61	48.450	5.150	43.450	4.638
Tradicional	4.322	4.54	4.267	4.403	4.200	4.500
t	6.996	0.846	3.433	1.486	2.651	0.946
Significancia	0.001 **	0.158 ns	0.019 *	0.197 ns	0.045 *	0.388 ns
Diferencia	0.253	0.07	0.5783	0.746	0.145	0.138

**5. Diámetro de botón**

Variedad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
Hidropónico	26.383	2.47	26.050	2.306	2.510	2.283
Tradicional	2.458	2.30	2.363	2.118	2.432	2.405
t	2.177	2.103	5.189	1.951	1.035	-2.031
Significancia	0.081 ns	0.523 ns	0.004 **	0.108 ns	0.348 ns	0.098 ns
Diferencia	0.1803	0.17	0.2417	0.188	0.078	-0.121

**6. Rigidez de tallo**

Variedad	Domingo	Atlético	Báltico	Cano	Solar	Nogalte
Hidropónico	11.550	1	13.250	1.000	1.216	1.365
Tradicional	15.083	1.125	14.000	1.025	1.483	1.783
t	-1.835	-0.824	-0.244	-1.000	-0.991	-1.401
Significancia	0.126 ns	0.245 ns	0.817 ns	0.363 ns	0.367 ns	0.220 ns
Diferencia	-0.3533	-0.125	-0.0750	-0.025	-0.266	-0.418

**Anexo 8. Evaluación de tallos florales.**

